

ВВЕДЕНИЕ

Вся гордость учителя в учениках,
в росте посеянных им семян.
Д. И. Менделеев

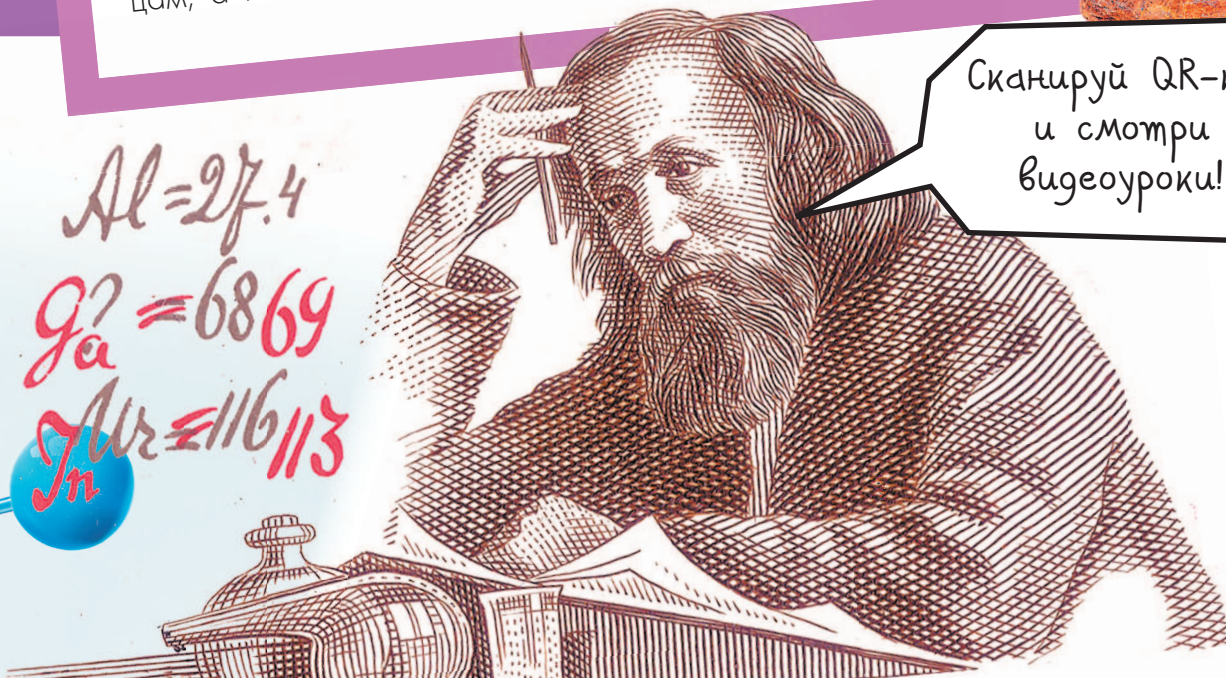
Когда мы говорим о химии, то в первую очередь на ум нам приходит таблица химических элементов Дмитрия Ивановича Менделеева. В 1869 году, в первом ее варианте, она отличалась от ныне существующей. В ней было меньше элементов, так как их было открыто всего 63, а сейчас в таблице содержится 118 элементов. Причем последний из них, имеющий зарядовое число 118, получил свое название совсем недавно, в 2016 году, в честь Юрия Цолаковича Оганесяна.

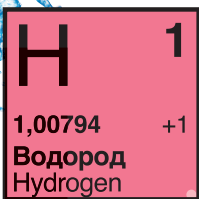
Постепенно наука развивалась, и сам Менделеев модернизировал свое творение. Были открыты инертные газы, и таблица пополнилась новыми элементами. Также Дмитрий Иванович поменял расположение элементов в таблице из столбцов в строчки. Да-да, в самом первом варианте химические элементы располагались по столбцам, а не по строчкам, как мы привыкли.



Сканируй QR-код
и смотри
видеоуроки!

$Al = 27.4$
 $Ga = 68.69$
 $Zn = 65.38$





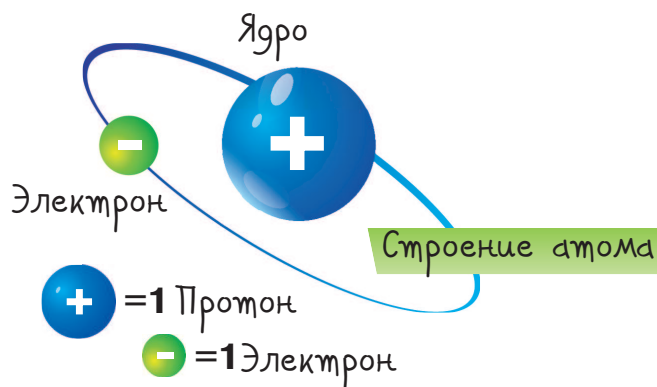
Элементы в таблице располагались в порядке увеличения их массы. **Водород** — самый легкий, значит, он стоит в начале, за ним идут

все остальные, более тяжелые элементы. Если взглянуть в старую таблицу и в новую, то можно заметить принципиальное отличие, которым пользуются современные лжеученые. В таблице, приложенной к работе «Попытка химического понимания мирового эфира» в 1902 году, инертные газы стояли в так называемой нулевой группе – первой колонке таблицы (химики называют колонки таблицы группами), а в новой – в последней. Логика была проста: это же газы, значит, они должны быть легче остальных. Вроде бы логично, но нет. По этой логике все элементы в самом начале таблицы должны быть газами, так как они самые легкие. Например, газообразными должны быть как минимум литий, бериллий, бор, углерод. Но это не так: они твердые при обычных условиях, а вот следующие за ними азот, кислород, фтор и неон – газообразные.

На самом деле, логика расположения элементов в таблице была не совсем верной. Но при этом, волею случая, она совпала с современным принципом расположения элементов в таблице.

Раньше элементы в таблице располагались в порядке увеличения их массы. Но тогда не

знали, как устроен атом. Обратите внимание, что он состоит из ядра и электронов. Ядро, в свою очередь, состоит из протонов и нейтронов.



Как пользоваться
таблицей
Менделеева

В современной таблице элементы расположены в порядке увеличения количества протонов в ядре атома. У аргона в ядре восемнадцать протонов, а у хлора – семнадцать. Значит, аргон должен находиться в таблице после хлора. Порядковый номер элемента равен количеству протонов в ядре этого элемента. Все просто! Вот почему все инертные газы отправились в последнюю колонку.

Поздравляю, вы только что прошли полгода школьного курса за 8 класс. Можете собой гордиться!

В следующие полгода школьной химии нам обычно рассказывают, что какие-то там элементы имеют похожие свойства, что еще сам Дмитрий Иванович, зная свойства одних элементов, предсказывал свойства других. Обычно в такие моменты у всех возникает вопрос: «Как он это делал? Он что, экстрасенс?»

На самом деле, все просто! Как мы уже сказали выше, в атоме, кроме ядра, еще есть электроны. Их количество равно ко-



И назовем
этот элемент
«ВОДОРОДОМ»...



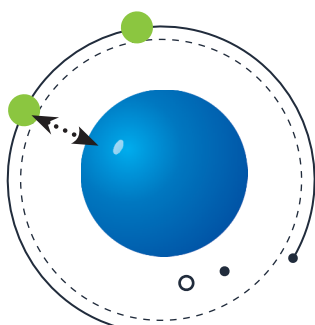
Антуан Лавуазье

личеству протонов в ядре и порядковому номеру элемента в таблице. Где же они находятся? На самом деле, эти самые электроны невозможно увидеть, а потому можно сказать, что они — плод буйной фантазии ученых. Так существуют ли они?! Давайте посмотрим вокруг себя. У нас есть мобильные телефоны, компьютеры, мы ездим на машинах, чистим воду фильтрами, летаем на самолетах, а особо удачливые вообще в космос летают. Для всего это необходимы различные материалы, которые создали химики. Не могли же они так ошибаться и создать столько всего, чем мы каждый день пользуемся, и все это работает?! Поэтому считается, что электроны вращаются где-то вокруг ядра атома. Конечно, ты сам можешь стать ученым и все перепроверить или посвятить свою жизнь тому, чтобы сделать фотографию электрона. Или, наоборот, доказать, что все ошибались. Это точно будет величайшим достижением человечества, а ты будешь его автором.

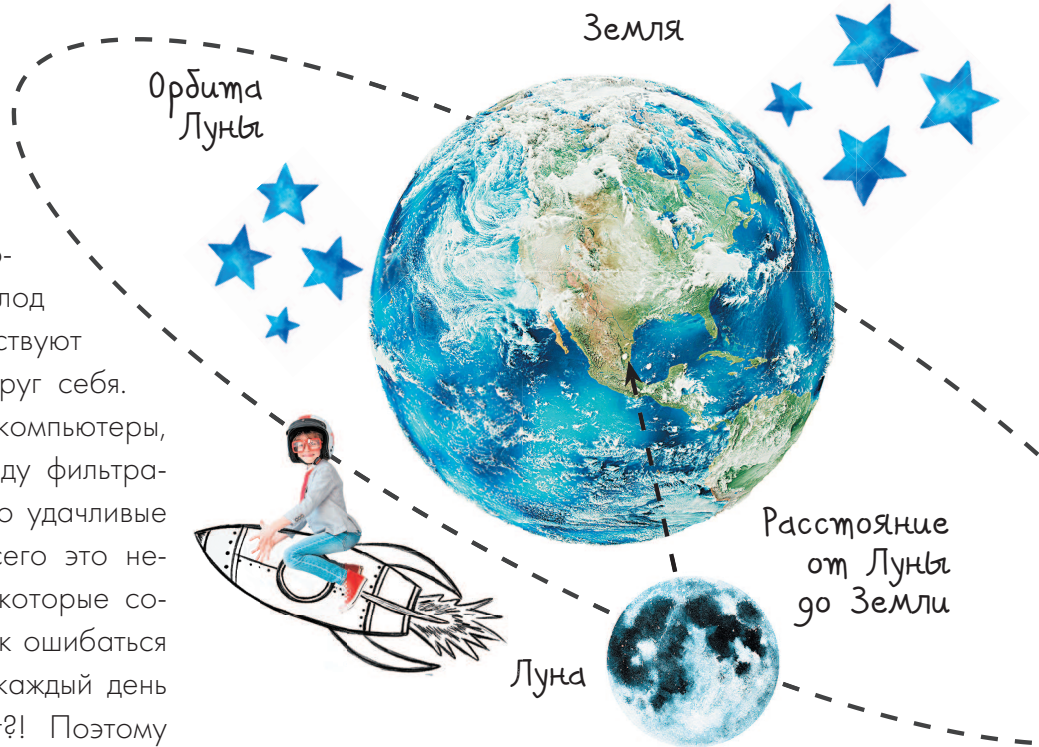
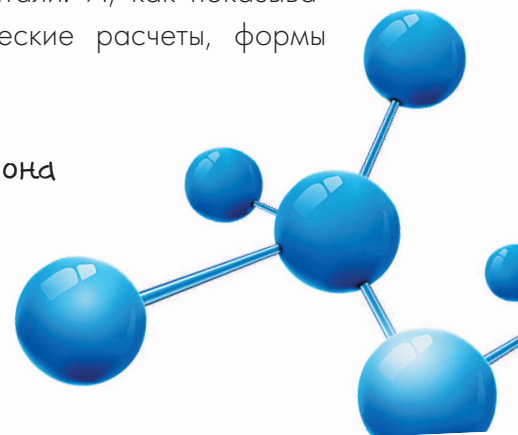


На этом моменте нужно упомянуть про теорию вероятности, но мы же не изверги, чтобы напрягать ваш мозг таким материалом. Мы здесь собрались получать удовольствие от изучения науки в легкой форме. Это потом в ВУЗах преподаватели вам будут читать сложные лекции, а мы не они. Однако отметим, что электрон может находиться где угодно. Он может находиться бесконечно далеко от ядра атома или наоборот бесконечно близко к ядру, но вероятность такого нахождения электрона беско-

Расстояние от электрона

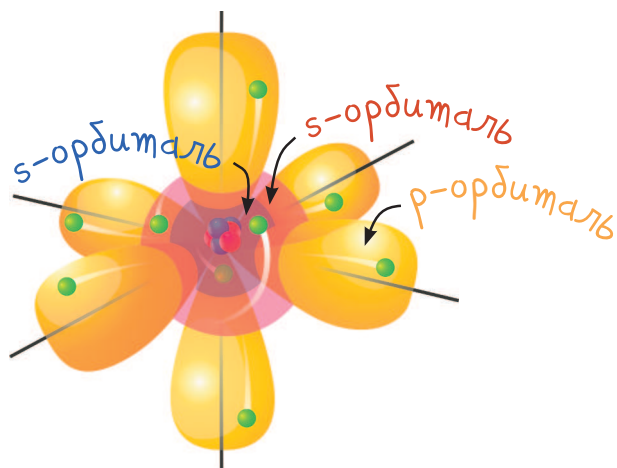


го протона



нечно мала. То есть электроны находятся на какой-то стационарной «орбите» над ядром, как космические спутники. Можно даже привести в пример Луну. Она же тоже находится на определенном расстоянии от Земли. Не улетает и не падает на Землю. Так и электроны. Правда говоря, природа сил, которые удерживают Луну и Землю вместе, отличается от тех, что удерживают электрон рядом с ядром. В первом случае мы имеем дело с гравитацией (она создается за счет масс), во втором случае — с притяжением противоположных зарядов (электрон заряжен отрицательно, а протон — положительно).

А теперь давайте возьмем какой-нибудь элемент с большим количеством электронов. В таком атоме электронам сложно «летать» на одной и той же «орбите». Поэтому они находятся на разных «орбитах». Только в химии их называют орбитали. И, как показывают математические расчеты, формы



этих орбиталей разные. Существуют s-, p-, d-, f-орбитали. Только не спрашивайте, почему не а, б, в, г, д. Все они имеют разные формы. Опять же, это рассчитали математики. Боюсь, что в школе или в ВУЗе вы часто говорили что-то типа: «эти синусы / косинусы / интегралы / роторы / дивергенции / ... мне в жизни не пригодятся», поэтому вы не сможете проверить вычисления этих самых ученых-математиков и придется поверить им на слово.

Электроны располагаются на разных орбиталях. И чем больше электронов, тем больше орбиталей они занимают. Отметим, что через какое-то время эти орбитали начинают повторяться. Например, первая орбиталь — s. Затем идет вторая орбиталь, и она тоже s. Третья орбиталь уже p. Четвертая снова s и так далее. Далее появляются d- и f-орбитали. Их порядок можно посмотреть в таблице Менделеева. На заметку: на s-орбитали помещается только 2 электрона, на p-орбитали помещается 6 электронов, на d-орбитали помещается 10 электронов, а на f-орбитали 14 электронов.

Как мы уже отметили, электроны занимают разные орбитали на столько, на сколько их хватает. И если у двух атомов разных элементов их последние орбитали похожи, то есть они одинаковы

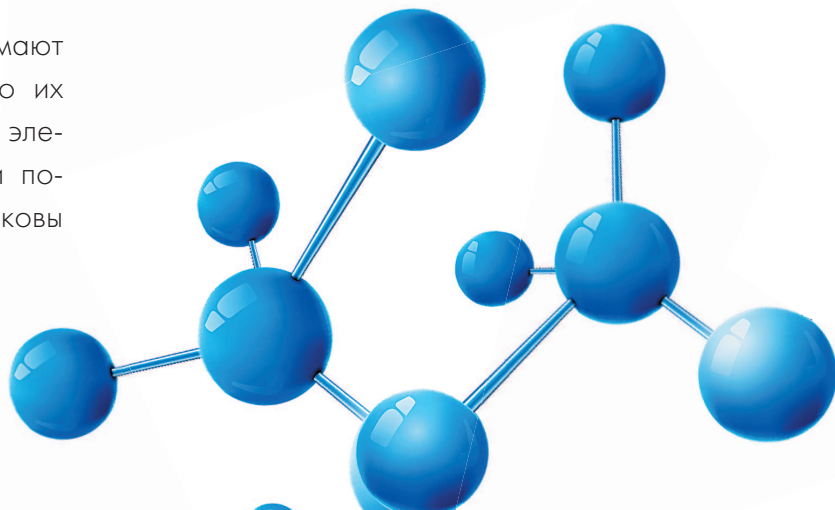
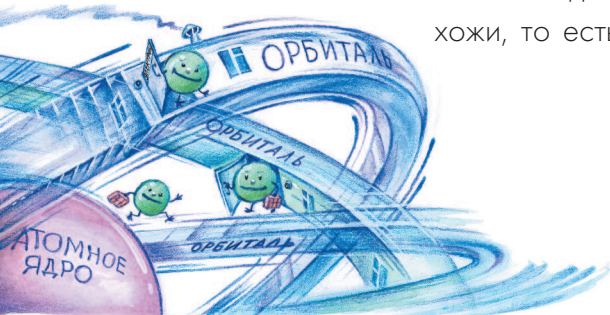
и имеют одинаковое количество электронов, то и их свойства похожи. Например, возьмем литий, натрий, калий, рубидий, цезий, франций. Как вы видите, все они располагаются друг под другом. При этом их самый последний электрон находится на s-уровне. Причем на этом самом s-уровне находится всего лишь 1 электрон. Свойства этих элементов очень схожи. Их еще называют щелочными металлами.

А теперь самая хорошая новость для лентяев, изучающих химию: все элементы таблицы Менделеева можно разбить на такие группы со схожими свойствами. Поэтому учить или зубрить свойства каждого элемента в отдельности не надо!

В данной книге мы не будем разбирать каждый элемент в отдельности. Мы расскажем про группы элементов со схожими свойствами и про самые интересные элементы в этих группах.

А теперь, когда мы стали гораздо умнее, давайте пользоваться нашими мозгами и получать от этого неимоверное удовольствие! Начнем погружение в этот дивный мир элементов!

Na ¹¹	
22,9898	+1
Натрий	
Sodium	



ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ



Со школы мы не раз сталкивались с термином «щелочные металлы». Многим понятно только второе слово «металлы». Но что значит «щелочные»? Это какие-то особые металлы? Они обладают какими-то уникальными свойствами? Давайте вместе разбираться.

Обратимся к нашему вечному спутнику и соратнику в изучении химии – Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Найдите в ней первую колонку (химики именуют ее группой), в ней располагаются H , Li , Na , K , Rb , Cs , Fr . И здесь незадачливого ученика подстерегает опасность: водород не является металлом, в то время как все остальные элементы составляют группу щелочных металлов.



Любознательным
на заметку

Энергия, требуемая на отрыв электрона от атома, называется «энергией ионизации»

Почему же водород не относится к щелочным металлам? Для всех элементов этой группы характерно то, что они с легкостью отдают свой последний (валентный) электрон. А водород не такой. Он отдает его гораздо хуже, то есть с большими затратами энергии. Еще надо постараться, чтобы отобрать у него единственный электрон.

В другую группу уйду...



Он у меня один... Зачем он вам? Не отдам.

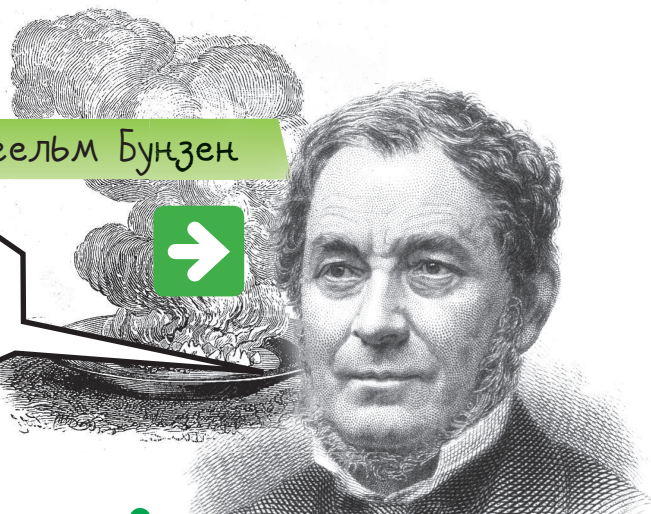
Пусть Рубидий отдает...

Если мы сравним физические свойства всех элементов из первой группы, то увидим, что водород — газ при нормальных условиях, а все остальные — твердые тела. Кстати, среди химиков до сих пор существует спор о том, к какой группе отнести водород: к I группе или же VII, где расположены фтор, хлор, бром, йод и астат. Но, как вы заметили, элемент под номером 1 все-таки гораздо чаще относят к первой группе.

И все же, почему эту группу называют щелочными металлами? Дело в том, что при соприкосновении с водой эти металлы образуют щелочи, попутно выделяется водород. Стоит отметить, что эта реакция происходит очень бурно, с образованием большого количества тепла. Небольшие количества лития, натрия и калия горят на поверхности воды, большие же просто взрываются. Любое количество рубидия и цезия ждет такая же участь. Поэтому, если вы вдруг увидите горящий щелочной металл, не тушите его ни в коем случае водой, иначе пламя будет еще ярче. Раньше дети в школах взрывали туалеты, бросая в них металлический калий. Правда, для многих это оборачивалось не только срывом контрольной работы, но и тяжелыми химическими ожогами.

Роберт Вильгельм Бунзен

Чисто
ЛИТИЙ!



Я ПОМНЮ, КАК ВСЕ НАЧИНАЛОСЬ...

Люди знакомы с соединениями этих металлов еще с давних времен, историки находят упоминания соды в трудах Аристотеля и даже в Ветхом завете! Выделить в свободном виде их удалось лишь полторы тысячи лет спустя, когда Гемфри Деви в 1807 году проводил электролиз гидроксидов калия (KOH) и натрия (NaOH) в платиновой чашке. Уже через десять лет, после блестящих опытов Деви, талантливый ученик Берцелиуса — Арфведсон открыл самый легкий металл — литий. Однако чистый литий был выделен Бунзеном и Матиссеном значительно позднее, в 1855 году, во время проведения электролиза расплавленного хлорида лития (LiCl). Спустя еще шесть лет Бунзен выделил свободный рубидий.

На этом поиск новых щелочных металлов не закончился, и в 1882 году Сеттерберг получил чистый цезий при помощи электролиза его цианида (CsCN). Сам опыт — крайне опасен, так как при его проведении летит очень токсичный газ — дициан ((CN)₂). Кроме того, от ученого требовалась крайняя аккуратность, ведь цезий является самым активным из числа известных человечеству нерадиоактивных металлов. Он моментально реагирует с кислородом воздуха, самовоспламеняясь.



И только лишь в 1939 году удалось открыть элемент, который был предсказан еще Д. И. Менделеевым и назван им эка-цезий. Радиоактивный щелочной металл франций открыла французская ученая Перей, исследуя распад актиния. Так, в 1946 году элемент был назван в честь Родины его первооткрывательницы.

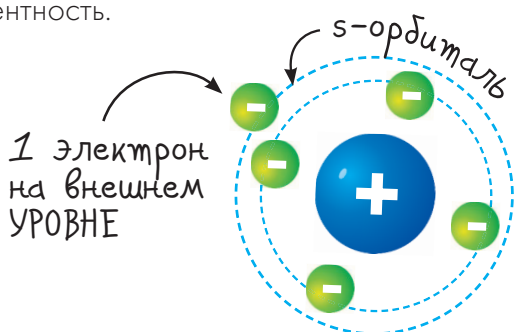
История показывает, что много ученых-химиков на протяжении почти 150 лет работали над получением элементов, входящих в I группу ПСХЭ и названных «щелочными металлами».

ПСХЭ — под этой страшной аббревиатурой прячется название таблицы Менделеева и расшифровывается как Периодическая Система Химических Элементов.

ПО ОДНОМУ ЭЛЕКТРОНУ, ИЛИ ЧЕМ ОНИ ПОХОЖИ?

Выделив элементы, ученые начинали исследовать их химические свойства. В науке существует два основных метода познания: наблюдение и эксперимент. Проводя эксперименты с щелочными металлами, ученые наблюдали похожие свойства. Выяснилось, что все щелочные металлы бурно реагируют с водой, при этом выделяется водород.

Химические свойства зависят от большого количества факторов, одним из которых является строение атома. Все щелочные металлы имеют на внешнем энергетическом уровне 1 электрон, занимающий s-орбиталь. Это приводит к тому, что они имеют одинаковую валентность.



ЛИТИЙ. САМЫЙ ЛЕГКИЙ

Литий — это самый легкий металл во Вселенной. При этом литий составляет всего лишь $6,5 \times 10^{-3} \%$ по массе земной коры. Кстати, в металлическом виде в природе он не встречается из-за высокой химической активности, впрочем, как и все щелочные металлы. Важнейшими минералами, в состав которых входит литий, являются Основные минералы: сподумен ($\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$), лепидолит ($\text{KLi}_1,5\text{Al}_1,5[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}](\text{F},\text{OH})_2$), петалит ($\text{LiAl}[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$) и амблигонит ($\text{LiAl}[\text{PO}_4](\text{F},\text{OH})$).

С момента открытия литий стал играть важную роль в самых различных отраслях промышленности, техники и науки. Из металлического лития изготавливают электроды электрохимических источников тока с неводными электролитами. Литий используют в качестве горючего вещества в современном твердом ракетном топливе. Более того, литий входит в состав непревзойденных по прочности стекол. Также смесь изотопов лития нашла применение в термоядерной энергетике, в качестве топлива для управляемого термоядерного синтеза, но пока только лишь в масштабах лаборатории. В промышленных же масштабах это еще предстоит осуществить инженерам и ученым. Важную роль играют соли и сплавы, в состав которых входит этот металл. Так, сплавы лития с золотом и серебром используются в качестве припоев — материалов, используемых при пайке для соединения частей в единое целое. Такие сплавы имеют повышенную пластичность и прочность.

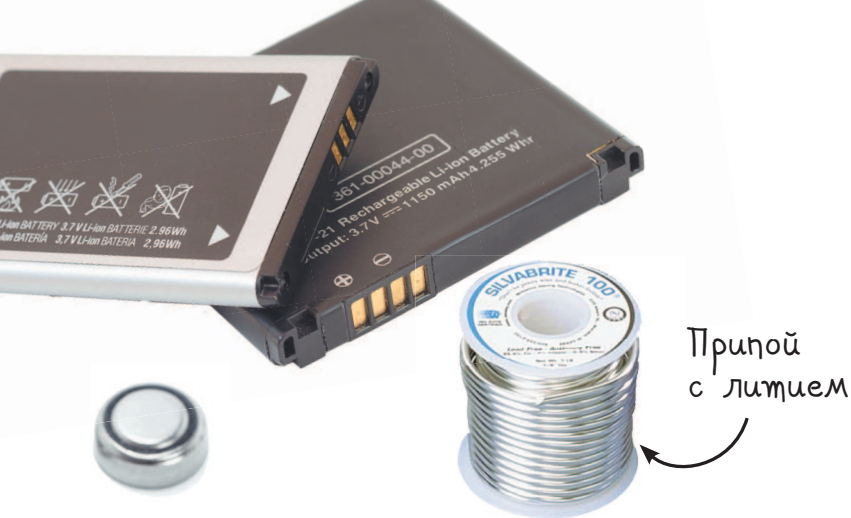
Li	3
6,941	+1
Литий	
Lithium	



Литиевая смазка

Сподумен



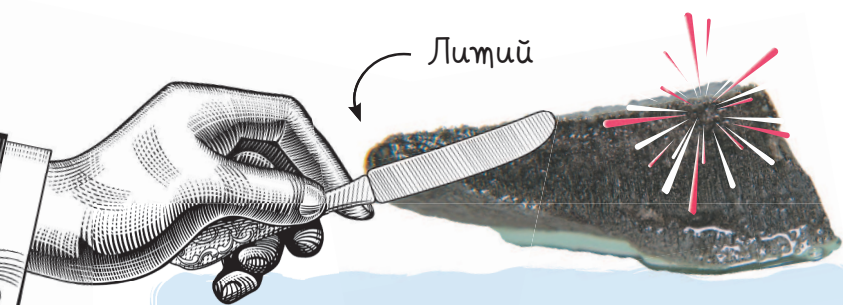


Натриевый
полевой шпат



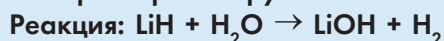
У каждого из нас в кармане лежит сотовый телефон, который работает за счет литий-ионного аккумулятора. Ионы лития в нем переносят электрический заряд. Естественно, в аккумуляторах литий находится в виде соединений, а не в чистом виде.

Нитрат лития (LiNO_3) добавляют в различные пиротехнические составы (салюты) для окрашивания пламени в красный цвет.



НЕСКОЛЬКО ИНТЕРЕСНЫХ ФАКТОВ:

- Литий настолько мягкий, что резать его несложно даже ножом.
- В составе различных химических соединений, а также в виде катиона Li^+ литий находится в организме человека. Его необходимая суточная норма составляет примерно 2500 мкг для взрослых.
- В организме человека содержится в среднем 70 мг лития.
- В среднем металлический литий стоит 3500 р/кг.
- Во время Второй мировой войны применяли гидрид лития (LiH) в качестве портативного легкого источника водорода. Эти таблетки под действием воды быстро разлагались, наполняя водородом в случае необходимости аэростаты и спасательное снаряжение при кораблекрушении.



НАТРИЙ. МЕТАЛЛ ЖЕЛТОГО ОГНЯ

Со школы, а некоторые из интернета, знают, что натрий окрашивает пламя в желтый цвет. Так как он широко распространен на нашей планете и составляет 2,5% массы земной коры, его относят к очень распространенным элементам. Так же, как и лития, самородного натрия не существует, поэтому все запасы натрия находятся в различных его соединениях, например, в натриевом полевоом шпате, чей химический состав отвечает формуле $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$. Также большое количество поваренной соли (NaCl) растворено в морской воде, другая же ее часть залегает под землей, иногда пласты соли превышают в толщину километр!

Соединения натрия мы встречаем многократно каждый день. Мы живем в домах, фундамент которых содержит силикат натрия Na_2SiO_3 , моем руки мылом и зачастую не знаем, что оно состоит из стеарата натрия $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$. Любая хозяйственная девушка хоть раз в жизни гасила уксус содой, составу которой отвечает формула NaHCO_3 . Будем удивлены, если учитель в школе не начал один из уроков, рассказывая про состав поваренной соли — NaCl .



Среди щелочных металлов натрий — самый используемый. Его применяют во множестве процессов, начиная от катализа (ускорения химических реакций) на производствах, заканчивая ядерными реакторами и энергосберегающими лампами. Однако обо всем по порядку.

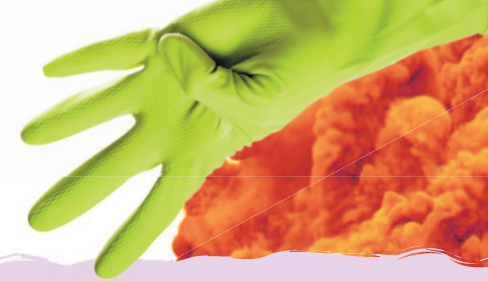
Еще в 1860 году французский ученый **Э. Ленуар** разработал первый двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Мы им пользуемся и по сей день, естественно, с различными модификациями. В ДВС происходит сжигание топлива, этот процесс может происходить слишком быстро, то есть, со взрывом. Чтобы это предотвратить, используют ингибитор — вещество, замедляющее скорость химической реакции. К ингибиторам сгорания топлива относится тетраэтилсвинец ($Pb(C_2H_5)_4$), который производят с использованием сплава натрия и свинца.



Рванет без натрия.

Жан Жозеф Этьенн Ленуар

Как уже было отмечено ранее, из-за своей высокой химической активности натрий может вытеснять другие металлы (менее активные) из их соединений (солей и оксидов). Используя это свойство, металлурги получают большое количество чистых металлов. Этот процесс в общем случае называется металлотермией. Но так как здесь применяется натрий, то металлурги называют его натрийтермией.



НЕСКОЛЬКО ИНТЕРЕСНЫХ ФАКТОВ:

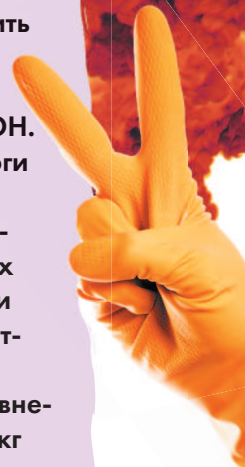
— Натрий под давлением в 194 ГПа становится прозрачным, а также теряет способность проводить электрический ток, становясь диэлектриком.

— Работы с натрием следует производить в защитных перчатках, так как он может прореагировать с водой на поверхности кожи с образованием едкой щелочи $NaOH$. А она оставляет сильные химические ожоги на коже.

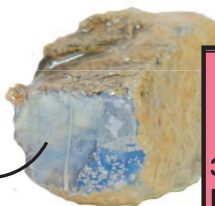
— Пары натрия можно было бы использовать в качестве дешевых и эффективных ламп, но желтый свет, излучаемый такими лампами, придает коже человека неестественный цвет.

— Натрий значительно дешевле по сравнению с другими щелочными металлами. 1 кг натрия в среднем стоит 1500 рублей, что в 2,3 раза меньше стоимости лития.

— Группа российского ученого А. Р. Оганова обнаружила под очень высоким давлением удивительные, с точки зрения классической химии, соединения натрия и хлора: $NaCl_7$, $NaCl_3$, Na_3Cl_2 , Na_2Cl и Na_3Cl .



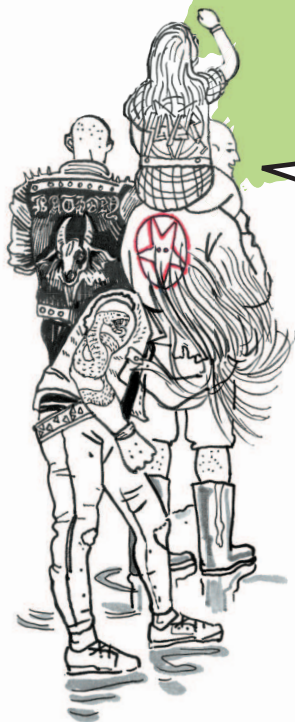
Калий



К	19
39,0983	+1
Калий	
Potassium	

КАЛИЙ, МЯГКИЙ МЕТАЛЛ

Следующий элемент — калий. Он нашел свое применение в виде сплава с натрием. Такой сплав калия и натрия используют в качестве теплоносителя на атомных станциях. Обладая высокой температурой кипения ($785^\circ C$), этот сплав отводит тепло от атомного реактора и передает его паронагревателю, чтобы привести в движение турбину. Калий-натриевый сплав лучше воды, так как имеет более высокую температуру кипения



Пойдем
защеним
«Коррозию
металла»?



Ржавчина

и при рабочих температурах не вызывает коррозию труб, по которым течет. Коррозией называют разрушение сплава из-за контакта с различными химическими веществами. Например, ржавчина — продукт коррозии железа, которая вызвана контактом с водой, воздухом или кислородосодержащими средами.

Калий широко применяется как в чистом виде, так и в виде соединений. Например, бромид калия (KBr) используют в медицине в качестве успокоительного. С его помощью также можно обнаружить пары хлора в атмосфере. Бумажка, смоченная бесцветным раствором бромида калия, при взаимодействии с хлором коричневеет. Говоря научным языком, хлор замещает бром в его соединении с калием с образованием красно-бурого простого брома.

Карбонатом, хлоридом и нитратом калия (K_2CO_3 , KCl, KNO_3 соответственно) удобряют землю, ведь калий — важнейший биогенный элемент. Биогенными называют те элементы, которые постоянно входят в состав живых организмов и выполняют в них какую-то конкретную функцию. А вот нитрат калия KNO_3 использовался не только в мирных целях: он является важнейшей составляющей черного пороха. Перманганат калия $KMnO_4$ применяется для дезинфицирования ран.



Rb 37
85,4678 +1
Рубидий Rubidium

РУБИДИЙ. УСПЯЛЯЮЩИЙ И ОБЕЗБОЛИВАЮЩИЙ

Под калием в I группе находится рубидий Rb. Стоит отметить, что, в отличие от лития, натрия и калия, которые хранят в железных тарах под слоем керосина, рубидий хранится в стеклянных запаянных ампулах, внутри которых инертная атмосфера или же вакуум. Связано это с тем, что рубидий более активный, чем его собратья, рассмотренные нами до сих пор.

Рубидия в земной коре значительно больше, чем лития, однако в разы меньше, чем калия или натрия. Так Rb составляет $1,5 \times 10^{-2}\%$ массы земной коры. Кроме того, рубидий, в отличие от предыдущих рассмотренных нами металлов, относится к рассеянным. Нет, рубидий не страдает человеческими заболеваниями. Это означает, что рубидий практически не встречается в виде самостоятельных минералов или концентрированных залежей, а является всего лишь примесью в различных минералах других более распространенных элементов (рубидий — спутник калиевых минералов).

Рубидий и его соединения нашли применение как в медицине и оптических приборах, так и в катализе. Например, ацетат рубидия CH_3COORb используется для изготовления метанола (CH_3OH) и высших спиртов — органических соединений, которые содержат от

6 до 22 атомов углерода и одну гидроксильную группу — OH.

В организме человека рубидий находится в виде катионов Rb^+ , которые выполняют роль антиоксидантов, уничтожая свободные радикалы. В химии свободными радикалами называют те соединения, которые имеют неспаренные электроны. Кроме того, этот щелочной металл борется с окислителями — соединениями, склонными отбирать электроны у других. Типичными окислителями в быту являются марганцовка и перекись водорода (H_2O_2). Врачи же прописывают пациентам препараты, содержащие рубидий, в качестве снотворных и болеутоляющих. Также различные соединения рубидия, например, фторид рубидия (RbF) и его гидроксид ($RbOH$), выполняют роль электролитов в низкотемпературных топливных элементах. Электролитами химики называют те соединения, которые способны в воде распадаться (по-научному: диссоциировать) на положительные и отрицательные частицы (ионы). Раствор электролитов проводит электрический ток, то есть в нем происходит движение заряженных частиц к положительному и отрицательному полюсам в зависимости от заряда частиц. Пары рубидия используют в сверхточных атомных часах.

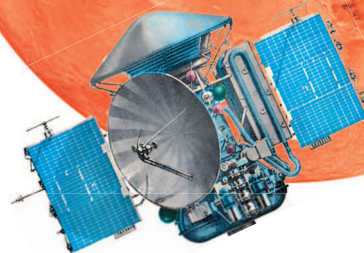
Надо сказать, стоит этот металл очень дорого — примерно 400 тысяч рублей за килограмм.

ЦЕЗИЙ, САМЫЙ АКТИВНЫЙ

Цезий — самый активный металл из существующих на Земле, не считая франция. Однако франций до сих пор не получили в больших количествах, чтобы провести его исследования. Как и рубидий, цезий относится к рассеянным элементам, и его соединения — спутники калиевых минералов. В земной коре цезия меньше

Cs	55
132,9055	+1
Цезий	
Caesium	

Определить
состав поверхности
Марса помог цезий!



«Марс-5»

всего по массе из всех щелочных металлов, не учитывая франций: $3,7 \times 10^{-4}\%$. В отличие от других щелочных металлов, цезий обладает не серебристо-белой окраской, а золотисто-желтой. Хранят его так же, как и рубидий — в запаянных ампулах под инертной атмосферой или же под вакуумом, чтобы избежать образования оксидов и пероксидов.

Цезий и его соединения нашли многочисленные применения в различных областях техники и науки: электронике, радиотехнике, химической промышленности, оптике, медицине, ядерной энергетике и космической отрасли.

Как известно, электрический ток — это направленный поток заряженных частиц, в частности, электронов. Создать электрический ток можно большим количеством совершенно разных способов, и один из них — фотоэффект. Этим сложным словом ученые назвали процесс, при котором свет в прямом смысле этого слова выбивает электрон из атома. Последний (валентный) электрон у атома цезия находится очень далеко от ядра. Из-за этого он держится крайне слабо (все равно что

Цезий в ампуле

