

ДОМ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ

Так что же это за «ручки», которыми атом держится за другие атомы в молекуле? Коротко говоря – это некоторые из его электронов, а силы, удерживающие молекулу, – электрические. Чтобы разобраться подробнее, нужно понять, как живут электроны в атоме.

Знаете, как устроено осиное гнездо? Оно состоит из тонких сферических слоёв, вложенных один в другой, с большими воздушными промежутками между слоями. Вот примерно так же можно представлять себе атом. (Заметьте – «можно представлять» не значит, что он так выглядит! Слои у атома на самом деле не сферические, и они невидимы.) Слои – они называются *уровнями энергии* – это как бы этажи большого дома – атома. На каждом этаже – комнаты для электронов.

Все комнаты двухместные, но на разных этажах число комнат разное. Более того, не все комнаты на одном этаже одинаковы. Как в гостиницах бывает, что, например, номера с окнами, выходящими на море, считаются лучше тех, что с видом на город, – так

и в атоме на одном и том же этаже есть разные «коридоры»: в одних комнаты «лучше», в других «хуже». А вот в каждом коридоре комнаты уже одинаковы. Коридоры обозначаются латинскими буквами: *s* – коротенькие коридорчики всего с одной, зато самой лучшей, комнатой; *p* – коридоры чуть похуже, по три комнаты в каждом; *d* – ещё похуже, в каждом по пять комнат, дальше *f*-коридор...

Замечательно, что у всех атомов – от водорода до унбинилия – этот дом устроен совершенно одинаково, вся разница в высоте этажей и количестве жильцов. Первый этаж совсем маленький: там только *s*-коридор с единственной комнатой (он называется *1s*). Как в осином гнезде, каждый следующий уровень «выше» и больше предыдущего; поэтому на втором этаже уже два коридора, *2s* и *2p*, так что туда могут, в принципе, поместиться восемь жильцов. На третьем этаже – три коридора: *3s*, *3p* и *3d* и т.д.

Теперь давайте заселять в наш дом жильцов, то есть электроны. Они вообще-то любят жить как можно ниже, при этом, естественно, если есть



выбор, предпочитают лучшие комнаты. Поехали!

В атоме водорода единственный электрон, конечно, «селится» на первый уровень, в комнату $1s$. В атоме гелия электрона два, и оба они поселяются в одной и той же комнате. То, что в коридоре $1s$ у гелия два жильца, обозначается так: $1s^2$. В атоме лития три электрона, и одному приходится поселиться на втором этаже: $1s^2 2s^1$. А в атоме бора уже и коридор $2s$ весь занят, приходится селиться в p -коридор второго этажа: $1s^2 2s^2 2p^1$.

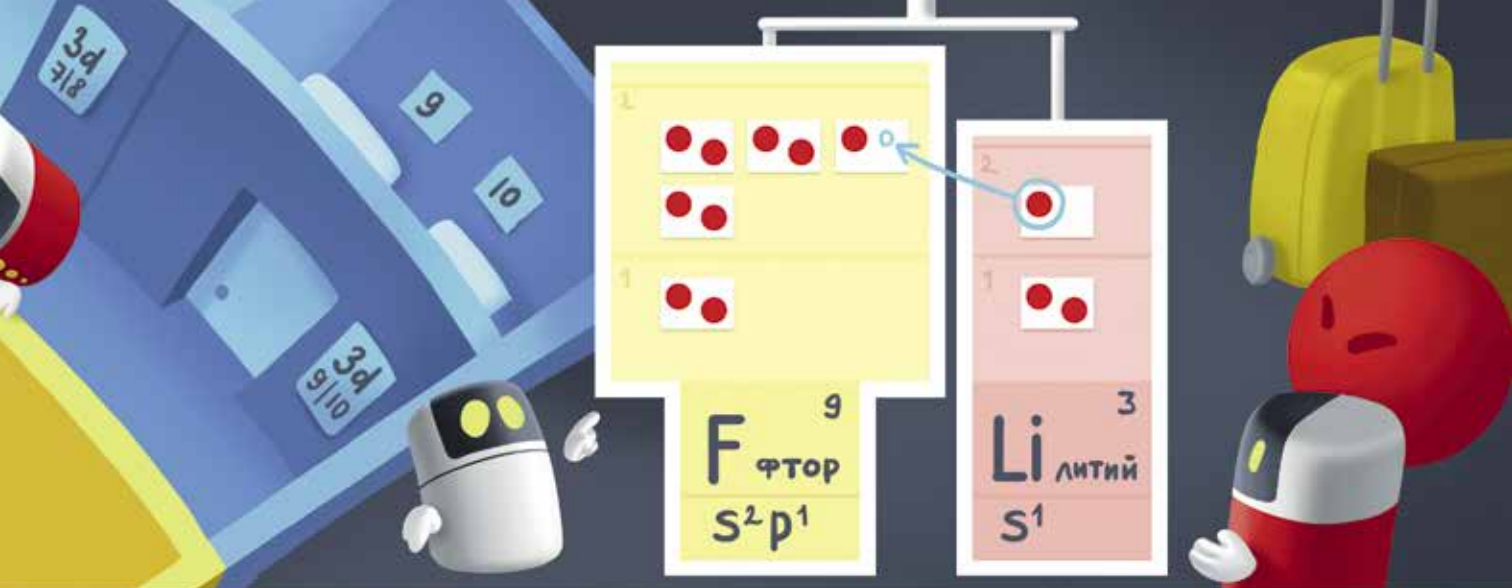
Во многих вариантах таблицы Менделеева (как и в том, что мы здесь приводим)² есть «подсказки», в каких коридорах (по-научному – на каких подуровнях) сколько электронов живёт. Правда, места в клетках мало, и обычно указываются только внешние уровни – последний и иногда предпоследний этажи. И вот глядите, в первых трёх горизонтальных рядах таблицы, вплоть до аргона, «новые» электроны чинно-благородно «селятся» по порядку: сначала s -подуровень,

потом p , потом переходим на следующий этаж...

А вот с калием и кальцием случается странное. Вместо того чтобы выбрать себе место в d -коридоре третьего этажа, электроны 19-го и 20-го элементов отправляются на четвёртый этаж! Видно, в d -коридоре комнаты настолько непривлекательны для электронов, что они предпочитают подняться на этаж повыше, но уж поселиться в s -комнате. Зато элементы с 21-го по 30-й «поселяют» свои новые электроны на $3d$ -подуровень, и третий этаж, наконец, заполняется полностью. (Заметьте, в таблице в этих клетках указано, что заселяется коридор d , а какого этажа – не написано, надо самим догадаться.)

Теперь мы знаем, почему клетки таблицы Менделеева раскрашены в разные цвета! Это тоже подсказка – в красных клетках последние электроны заполняют s -подуровень, в жёлтых – p -, а в синих – d -подуровень. Номер строки при этом совпадает с номером последнего занятого (хотя бы одним электроном) этажа.

² Читатель, возможно, заметил, что таблица Менделеева, приведённая в этом номере, отличается от той, которая была в № 11. Там она для компактности была укорочена, длинные строки были разбиты на две части.



во второй строке таблицы Менделеева, в третьей строке и т.д.

Задача 2. Запишите, в каких коридорах на каждом этаже сколько живёт электронов в атоме хрома Cr. Проверьте: всего их должно быть 24.

Задача 3. Теперь вы, наверно, догадаетесь, что значат загадочные строки «лантаноиды» и «актиноиды» внизу таблицы. Почему они не поместились в саму таблицу?

Задача 4. Рассмотрите таблицу: какие ещё «сбои» происходят при заселении этажей выше второго?

Как же всё это связано с тем, как соединяются атомы в молекуле? А вот как: атомы стремятся, чтобы все их уровни-этажи были полностью заполнены. Или хотя бы подуровни-коридоры. Ради этой цели они готовы на многое: могут, например, отдать свой собственный электрон или взять себе чужой. Например, встречается атом лития с атомом фтора. Фтору страсть как хочется заполнить свой второй этаж, ведь ему не хватает всего одно-

го электрончика. А у лития как раз этот электрончик один на своём этаже, можно сказать, лишний... Вот литий и готов отдать его фтору. Это и есть связь: ведь теперь литий, отдавший свой электрон, стал заряжен положительно, а фтор, присвоивший чужое, – отрицательно, и вот они теперь притягиваются друг к другу. Такая связь называется *ионной* (ион – помните? – это «неправильный» атом, который лишился одного или нескольких электронов или, наоборот, захватил себе один или несколько лишних).

Но часто бывает удобнее не отдавать электроны, а делиться ими. Вот так это происходит. Встретились, скажем, два атома водорода. Обоим не хватает по одному электрону, но как решить, кто кому отдаёт? Атомы-то одинаковые! И вот они обобществляют свои электроны, то есть сближаются так, что каждый из этих двух электронов может считаться принадлежащим им обоим. Электроны немножко меняют своё движение и начинают «вращаться вокруг обоих ядер сразу». Опять

ОТЯНИСЬ ВОКРУГ



образовалась связь – благодаря тому, что каждый отдал свой электрон «в общее пользование». Такая связь называется *ковалентной*.

А если встретятся два атома кислорода? Им не хватает по два электрона на внешнем уровне, и они обобществят каждый по два электрона – получатся две «ручки»-связи. Так могут делать и неодинаковые атомы. Например, в молекуле соляной кислоты HCl водороду невыгодно отдать электрон и остаться совсем без ничего, поэтому они с хлором «делят» пару электронов, «объявляя» их общими. Остальные, внутренние свои электроны, хлор держит при себе.

И так всегда – поскольку все нижние слои заполнены и о них волноваться не приходится, химические свойства атомов определяются электронами на внешних, незаполненных уровнях. Поэтому атомы из одного вертикального столбца (то есть с одинаковым набором электронов на внешнем уровне) похожим образом ведут себя в химических реакциях, и число «ручек» у них обычно одинаковое.

Теперь вы уже и сами можете разобраться, почему у натрия и у хлора валентность 1, у кислорода – 2, а у углерода – 4. Или почему атомы инертных газов из восьмой колонки ни с кем не хотят «иметь дела».

Конечно, отнюдь не всё так просто объяснить или вывести, особенно когда в дело включаются *d*-электроны. У больших и тяжёлых атомов внешние этажи уже так далеко от ядра, что не всегда понятно, что такому атому удобнее – взять на этот уровень ещё пару электронов или отдать все те, что там уже есть... Иногда, чтобы предсказать, какими электронами и как именно атомы «согласятся поделиться» друг с другом, люди пишут специальные программы и долго считают на мощных компьютерах. А иногда и это не помогает, приходится все гипотезы проверять на опыте. Но всё-таки главные закономерности мы поняли.

Но и это ещё не всё. Продолжение истории – в следующем номере!

Художник Мария Усеинова

