



САМЫЙ МАЛЕНЬКИЙ КОНСТРУКТОР

Если взять одну сотую грамма воды – это будет ещё вода или уже нет? А если от этого ещё одну сотую взять? До каких пор можно уменьшать порцию воды, чтобы она всё ещё оставалась водой? Такая минимальная порция – она совсем маленькая, размером всего в одну десятиллиардную метра – называется *молекулой*. И любая, даже самая маленькая капелька воды – это миллиарды миллиардов собранных вместе одинаковых «водяных» молекул. А, например, газ кислород – это множество собранных вместе (в одном сосуде) молекул кислорода.

Разных веществ в природе очень много – не одна сотня тысяч. Что же, и разных видов молекул – столько же? Нет. Большая часть веществ – смеси разных молекул (приведёте примеры?). Но и веществ, состоящих из одинаковых молекул, тоже очень много.¹ Как в них разобраться? К тому же в некоторых ситуациях (спичка горит, суп на плите варится, ...) молекулы могут разрушаться, разваливаться на части, «склеиваться» с другими молекулами

или их кусками – получаются новые молекулы, а потому и новые вещества: из дерева – уголь, из сырой картошки – варёная. Такие события – разрушение и «склеивание» молекул – называются *химическими реакциями*.

К счастью, у разных молекул есть кое-что общее. Они все, как домики из конструктора «лего», построены из «кирпичиков» – атомов. И вот разных видов атомов уже не так много – чуть больше сотни. К тому же почти половина из них очень редко встречается (некоторых вообще нет в природе, учёные смогли их «вывести» только в специальных «инкубаторах»-ускорителях). Всё, что мы видим в обычной жизни, состоит в основном из 20–30 видов атомов. Остальные атомы встречаются в мизерных количествах (хотя иногда эти крошечные добавки очень важны).

Задача 1. Если бы любые два атома можно было «склеить» в молекулу, то сколько **разных** двухатомных молекул можно было бы собрать из 20 видов атомов? (На самом деле совсем не все атомы соединяются друг с другом

¹ Конечно, абсолютно чистых веществ, не содержащих хотя бы мельчайших примесей других молекул, не бывает. Когда мы говорим о чистых веществах, это приближение, идеализация.



в молекулу, зато молекулы могут состоять из 10, 100 и даже... миллионов атомов!)

К тому же – очень удобно! – атомы в химических реакциях не «портятся», не меняются. Сколько было атомов углерода, например, – столько и осталось, только некоторые «перестроились» в другие молекулы.

Все виды атомов записаны (ещё и в определённом порядке!) в таблицу, которая называется «Периодическая система химических элементов», или просто – таблица Менделеева. «Элементы» – это и есть разные виды атомов. Посмотрим, как из этих атомов собираются молекулы разных веществ.

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																									
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII											
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	б			а								
1	1	H 1 водород hydrogenium														He 2 гелий helium											
2	2	Li 3 литий lithium		Be 4 бериллий beryllium		B 5 бор borum		C 6 углерод carboneum		N 7 азот nitrogenium		O 8 кислород oxugenium		F 9 фтор fluorum		Ne 10 неон neon											
3	3	Na 11 натрий natrium		Mg 12 магний magnesium		Al 13 алюминий aluminium		Si 14 кремний silicium		P 15 фосфор phosphorus		S 16 сера sulfur		Cl 17 хлор chlorum		Ar 18 аргон argon											
4	4	K 19 калий kalium		Ca 20 кальций calcium		Sc 21 скандий scandium		Ti 22 титан titanium		V 23 ванадий vanadium		Cr 24 хром chromium		Mn 25 марганец manganum		Fe 26 железо ferrum		Co 27 кобальт cobaltum		Ni 28 никель niccolum							
	5	Cu 29 медь cuprum		Zn 30 цинк zincum		Ga 31 галлий gallium		Ge 32 германий germanium		As 33 мышьяк arsenicum		Se 34 селен selenium		Br 35 бром bromum		Kr 36 криптон krypton											
5	6	Rb 37 рубидий rubidium		Sr 38 стронций strontium		Y 39 иттрий yttrium		Zr 40 цирконий zirconium		Nb 41 ниобий niobium		Mo 42 молибден molybdeum		Tc 43 технеций technetium		Ru 44 рутений ruthenium		Rh 45 родий rhodium		Pd 46 палладий palladium							
	7	Ag 47 серебро argentum		Cd 48 кадмий cadmium		In 49 индий indium		Sn 50 олово stannum		Sb 51 сурьма stibium		Te 52 теллур tellurium		I 53 йод iodum		Xe 54 ксенон xepon											
6	8	Cs 55 цезий caesium		Ba 56 барий barium		57 – 71 лантаноиды		Hf 72 гафний hafnium		Ta 73 тантал tantalum		W 74 вольфрам wolframium		Re 75 рений renium		Os 76 осмий osmium		Ir 77 иридий iridium		Pt 78 платина platinum							
	9	Au 79 золото aurum		Hg 80 ртуть hydrargyrum		Tl 81 галлий thallium		Pb 82 свинец plumbum		Bi 83 висмут bismutum		Po 84 полоний polonium		At 85 астат astatum		Rn 86 радон radon											
7	10	Fr 87 франций francium		Ra 88 радий radium		89 – 103 актиноиды		104 Rf резерфордий rutherfordium		105 Db дубний dubnium		106 Sg сигборгий seaborgium		107 Bh борий bohrium		108 Hs хассий hassium		109 Mt мейтнерий meitnerium		110							
Л А Н Т А Н О И Д Ы																											
57 La лантан lanthanum	58 Ce церий cerium	59 Pr празеодим praseodymium	60 Nd неодим neodymium	61 Pm прометий promethium	62 Sm самарий samarium	63 Eu европий europium	64 Gd гадолиний gadolinium	65 Tb тербий terbium	66 Dy диспрозий dysprosium	67 Ho гольмий holmium	68 Er эрбий erbium	69 Tm тулий thulium	70 Yb иттербий ytterbium	71 Lu лютеций lutetium													
А К Т И Н О И Д Ы																											
89 Ac актиний actinium	90 Th торий thorium	91 Pa протактиний protactinium	92 U уран uranium	93 Np нептуний neptunium	94 Pu плутоний plutonium	95 Am амерций americium	96 Cm курий curium	97 Bk берклий berkelium	98 Cf калифорний californium	99 Es эйнштейний einsteinium	100 Fm фермий fermium	101 Md менделевий mendelevium	102 No нобелий nobelium	103 Lr лоуренций lawrencium													

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ



Задача 2. Рассмотрите таблицу Менделеева. Жирными буквами в каждой клетке написано обозначение (сокращённое латинское имя) химического элемента, то есть вида атомов. Каждый отдельный атом тоже можно записывать тем же значком, например S – химический элемент под названием «сера» или один из атомов этого элемента.

Подчеркните или перепишите на отдельный листочек названия элементов, которые вам уже знакомы.

Потом закройте таблицу и скажите по памяти, есть ли в ней: вода? азот? углекислый газ? воздух? сахар? йод? бензин? железо? медь? бронза? золото? серебро?

Проверьте по таблице свои ответы. Почему одни названия есть, а других нет?

Молекулы каждого вида одинаковы и неотличимы друг от друга. Они называются по названию вещества, состоящего из таких молекул. Например, молекула углекислого газа – значит, много таких молекул образуют углекислый газ. А ещё у каждой молекулы есть

«краткое имя» – формула. Эта формула состоит из символов (имён) всех входящих в неё атомов. Возле каждого имени атома приписывается внизу число, которое означает, сколько таких атомов в этой молекуле. Например, молекула кислорода O_2 состоит из двух атомов кислорода (O – от латинского слова *oxygenium*). А собранные вместе такие молекулы образуют вещество кислород (газ в воздухе, которым мы дышим).

Заметим, что из одних и тех же атомов, вообще говоря, можно сделать разные молекулы, как из одинаковых деталей конструктора – разные вещи. Например, из тех же атомов кислорода могут образоваться молекулы другого вещества – озона, O_3 (это тоже газ, его много в горах над покрытыми снегом склонами в ясную погоду – кто там бывал, наверно, помнит этот особенный «горный» запах).

Задача 3. Прочитайте формулы молекул.² Из каких атомов состоит каждая из них? Сколько в каждой из них атомов водорода? кислорода?

H_2O – вода,

² Символы атомов H, C, N, O, S читаются, как читаются буквы в латинском языке: H – «аш», C – «це» и т.д. Элементы Na и Cl читаются «полным именем» атома (оно совпадает с русским). Fe и Si читаются как «феррум» и «силициум» (латинские названия этих элементов).



NaCl – поваренная соль,
 N_2 – газ азот (его в воздухе больше всего),
 H_2O_2 – перекись водорода (лекарство, которым чистят царапины – вроде йода, но бесцветное),
 H_2SO_4 – серная кислота (очень едкая и ядовитая),
 NaHCO_3 – пищевая сода,
 CO_2 – углекислый газ (мы его выдыхаем вместо кислорода),
 CH_4 – метан, основной компонент природного газа (который горит в плите на наших кухнях),
 C_3H_8 – пропан (газ в «дачных» газовых баллонах и походных баллончиках),
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – спирт,
 Fe_2O_3 – оксид железа (входит в состав разных камней, придаёт им красно-коричневый цвет; это одна из главных составляющих ржавчины),
 SiO_2 – оксид (точнее – диоксид) кремния (минерал кварц, главная составляющая песка),
 CH_3COOH – уксусная кислота.

Задача 4. Угадайте, что значит слово «оксид», или «окись»?

Как скрепляются между собой атомы в молекуле? Ответить на этот во-

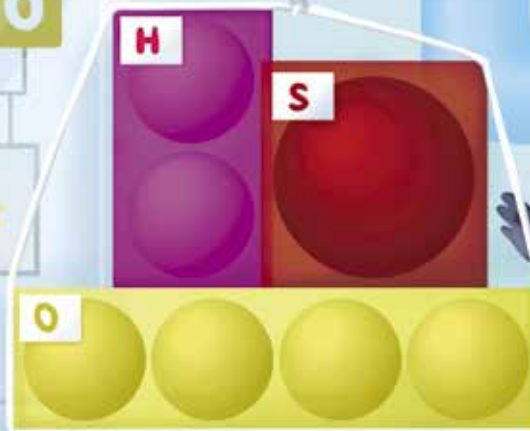
прос хотя бы приблизительно мы постараемся в одном из следующих номеров «Квантика». Пока можно считать, что у каждого атома есть некоторое количество «рук» (у химиков они называются *связями*, а их количество – *валентностью* данного атома), и они могут сцепляться друг с дружкой – «браться за руки». У каждого вида атомов – свои предпочтения: с одними атомами он соединяется очень охотно, с другими «дружить» не хочет. В молекуле «свободных рук» нет – все друг за друга держатся.

Задача 5. Нарисуйте, а ещё лучше – слепите из пластилина и спичек модели молекул из задачи 3. Разные атомы обозначайте пластилиновыми шариками разных цветов. Число связей («рук») у каждого атома, то есть число спичек, которыми он соединяется с другими в нашей модели: H (водород), Na (натрий), Cl (хлор) – по одной; O (кислород) – 2; N (азот), Fe (железо) – 3; C (углерод), Si (кремний) – 4, S (сера) – 6.

Подсказки: атомы H и Na больше всего любят соединяться с кислородом. А кислород сам с собой – может,

ОГЛЯНИСЬ ВОКРУГ

H S O



но не очень любит. В сложных случаях формула молекулы сама подсказывает, как она устроена.

Задача 5 на самом деле некорректна: некоторые формулы допускают соединение «рук» не такое, как в реальности. Например, H_2SO_4 или $NaHCO_3$ можно «слепить» так, что атомы кислорода в них соединятся в цепочку. Чтобы выяснить, почему так не бывает в природе, нужно подробнее разобраться в устройстве связей. Для нас сейчас, чтобы не ошибиться, достаточно внимательно отнестись к подсказке.

А бывает, что из одного и того же набора атомов и в самом деле могут получиться разные молекулы. В таких случаях формула молекулы не только говорит, из каких атомов молекула состоит, но и подсказывает, как она устроена – чтобы не перепутать. Например, формула спирта показывает, что один из атомов водорода в этой молекуле находится «в особом положении» – он прикреплен к атому кислорода. А формула молекулы уксусной кислоты – это прямо инструкция, как её делать!

На самом деле некоторые атомы по настроению (в зависимости от того, кто рядом) могут менять число «рук»: на-

пример в серной кислоте (H_2SO_4) у атома серы их шесть, а в сернистой (H_2SO_3) – четыре. Вот и поди догадайся, с кем из соседей он захочет «браться за руки» и сколько связей захочет иметь... Но в простых случаях помогают такие подсказки: в первом вертикальном столбце таблицы Менделеева у всех атомов по одной «руке», во втором – по две, в третьем – по три. Дальше всё довольно запутанно, но, если смотреть только на жёлтые и красные клетки, то после четвёртого столбца валентность уменьшается: в пятой колонке – где сверху азот – она обычно тройка, в шестой – двойка, а у атомов седьмого столбца опять одна «рука». Зато очень цепкая. А в последнем столбце живут атомы, у которых «рук» нет вообще! Ни с кем они объединяться не желают, они и сами по себе уже молекулы. Вещества, состоящие из этих атомов, называются *инертными* (или *благородными*) газами.

Чем больше знаешь – тем больше вопросов. Почему всё это так? И что это на самом деле за «руки» у атомов? И почему клетки в таблице покрашены в разные цвета? И почему вообще таблица сделана именно так – одни строки длиннее, другие короче? Попробуем разобраться в следующем раз...