

Введение

Химия — волшебная наука. Без какого-либо преувеличения волшебная, поскольку она изучает превращения одних веществ в другие. Химию принято считать наукой сложной, трудной для понимания, требующей усердной зубрежки, хотя на самом деле это не так.

Химия предельно логична. В ней все происходит в полном соответствии законам. Если знать правила, то зубрить ничего не потребуется. Понимать надо. Чего химия не прощает, так это пробелов в знаниях. С той же физикой дело обстоит немного иначе. Можно превосходно разбираться в механике, совершенно не зная оптику. С химией такой номер не пройдет. Рано или поздно пробел «аукнется», даст о себе знать в совершенно неожиданной ситуации. Вроде бы все правильно, вроде бы в ходе реакции должно было получиться одно вещество, а получилось другое. Как пелось в одной старой песне: «сделать хотел грозу, а получил козу». Исключение из правил? Ничего подобного! Химия практически не знает исключений, а те, которые имеются, тоже логичны и объяснимы.

Эта книга (заметьте — «книга», а не «учебник»!) поможет вам разобраться в том, что такое химия. Она в равной мере подходит и для тех, кто только приступает к изучению этой интереснейшей науки, и для тех, кто ее когда-то изучал и успел основательно подзабыть.

Возможно, взрослых читателей удивит необычное расположение разделов, не всегда совпадающее с привычным, школьным порядком. Это сделано для лучшего понимания темы.

Эта книга — для детей и взрослых, для семейного чтения. Она написана простым и понятным языком. Науки не бывают непонятными, непонятными бывают только учебники. Но это, как уже было сказано, не учебник.

**Счастливого вам плавания
по химическим морям
и океанам!**

ЧАСТЬ I

Основные понятия и представ- ления химии

ГЛАВА 1

АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ

Химия изучает химические свойства веществ — способность одних веществ превращаться в другие вещества при определенных условиях. Свойства — это признаки, которыми обладает вещество, отличающие одни вещества от других. Вспомните из курса физики понятие «физическое тело». Любое физическое тело состоит из смеси веществ. Чистые вещества, такие, например, как дистиллированная вода, в природе практически не встречаются, их получают лабораторным путем. Даже в родниковой воде, вытекающей из недр Земли, которую принято считать «чистойшей», будут содержаться какие-то примеси.

Чистые вещества обладают постоянными физическими свойствами, такими как агрегатное состояние, цвет, плотность, теплопроводность, электропроводность, температуры кипения и плавления. Со смесями дело обстоит иначе. Свойства смесей зависят от их состава.

Смеси бывают однородными и неоднородными. В однородных смесях, таких, например, как раствор поваренной соли в воде, даже с помощью оптических приборов нельзя увидеть частицы разных веществ. В неоднородных — можно. Для научных и промышленных целей нередко бывают нужны чистые вещества. Для их получения приходится разделять смеси — выпаривать, фильтровать, перегонять... Способов много, но все они основаны на различиях в физических и других свойствах веществ.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

Важно понимать отличие смеси веществ от вещества, получившегося в результате соединения двух веществ.

Так, например, если мы просто смешаем в пробирке кристаллы серы с медными опилками, то у нас получится смесь меди и серы. Разделить ее мы сможем при помощи воды. Высыплем наш порошок в воду. Тяжелая медь осядет на дно, а легкая сера будет плавать на поверхности. Но если мы нагреем пробирку так, чтобы сера начала кипеть, то в ней пойдет химическая реакция взаимодействия меди с серой с образованием нового вещества черного цвета — сульфида меди. Формула этой реакции нам пока не нужна, всему свое время. Сульфид меди ни опусканием в воду, ни каким-либо иным способом разделения смесей не получится разделить на медь и серу, потому что это не смесь, а вещество. Для разделения веществ, так же, как и для их получения, нужна химическая реакция. В смесях вещества сохраняют свои свойства. В приведенном выше примере мы отделили медь от серы при помощи воды именно благодаря этому обстоятельству. Сложное вещество, образованное из простых, обладает своими собственными, уникальными свойствами, отличающимися от свойств первоначальных ингредиентов. Всякое химически чистое вещество, независимо от способа его получения и прочих обстоятельств, имеет один и тот же состав а следовательно, и одинаковые свойства.

Самое время задуматься о том, из чего состоят химические вещества.

Состоят они из маленьких частичек шарообразной формы, которые называются «атомами», которые также называют «нуклидами». Все, что нас окружает, состоит из атомов.

Размеры различных атомов колеблются от одного до пяти ангстрем. Один ангстрем (обозначается Å) — это 10^{-10} метра. Иначе говоря, один ангстрем в десять тысяч раз меньше одной миллионной доли метра. Чтобы наглядно представить, насколько малы атомы, часто прибегают к следующему сравнению — если обычное, средних размеров, яблоко увеличить до размеров земного шара, то увеличенный во столько же раз атом станет размером с яблоко. В одной крупинке сахарного песка содержится примерно десять миллионов атомов.

Каждый атом состоит из атомного ядра и электронов, которые вокруг этого ядра вращаются. Земля, вокруг которой вращается Луна, похожа на атом,

имеющий один электрон, например — на атом водорода. Удивительное сходство между невероятно малыми и невероятно огромными объектами!

В настоящее время (это уточнение нужно, поскольку время от времени ученые открывают что-то новое) известно немногим более ста видов атомов, из которых устойчивыми является около восьмидесяти. Остальные неустойчивы — образуются в ходе какой-то реакции и через доли секунды исчезают. Атомы одного и того же вида называются «химическим элементом». Каждый химический элемент имеет свое обозначение, образованное из первой, двух первых или трех первых букв его латинского названия. Это обозначение называется «химическим знаком» или «химическим символом».

Посмотрите на таблицу периодической системы химических элементов Менделеева. К этой таблице, главному «документу» химической науки, мы станем обращаться очень часто. Пока что просто рассмотрите химические знаки, прочтите, какие элементы они обозначают, чтобы глаз немножко привык.

Период	Ряд	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
I	1	(H)						He	1	2	Обозначение элемента	Атомный номер
II	2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	3		
III	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	4	5	
IV	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	6	7	
V	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	8	9	
VI	6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	10	11	
VII	7	Fr	Ra	Ac**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	12	13	

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140,12	140,90	140,90	144,24	147,91	150,36	151,96	157,25	158,92	162,50	164,93	167,26	173,04	174,97	175,04
Церий	Прометий	Прометий	Неодим	Прометий	Самарий	Европий	Гадолиний	Тербий	Диспрозий	Гольмий	Эрбий	Тулий	Иттербий	Лютеций
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Lr
232,037	231	238,028	237	241	243	247	247	251	254	257	259	262	261	263
Торий	Протактиний	Уран	Нептуний	Плутоний	Америций	Кюрий	Берклий	Калифорний	Эйнштейний	Фермий	Мангеймий	Нобелий	Лоренсвий	Лоренсвий

Таблица Менделеева

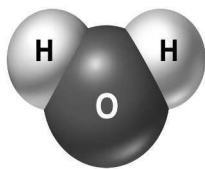
Соединяясь друг с другом, атомы образуют молекулы. Молекулы бывают разными по величине, они могут содержать от двух до сотен тысяч атомов (это не опечатка). Связи между атомами называются химическими связями.

Соединяясь друг с другом, молекулы образуют вещества. Связи между молекулами называются межмолекулярными связями.

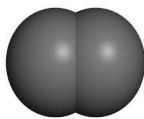
Из физики нам известно, что вещества могут находиться в трех агрегатных состояниях — твердом, жидком и газообразном. В двух первых случаях молекулы связаны друг с другом, а в газах — практически не связаны, можно сказать, что они находятся «в свободном полете». Потому газы, в отличие от жидкостей, не имеют фиксированного объема. Объем газов зависит от давления.

Межмолекулярные связи гораздо слабее химических. Так, например, при изменении температуры вода переходит из одного состояния в другое — лед, жидкость, пар. Связи между молекулами ослабевают, но сами молекулы остаются неизменными, потому что атомы в них связаны очень крепко.

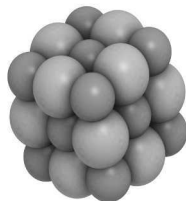
Молекулы и атомы твердых тел не сбиваются в беспорядочный ком, а располагаются в строгом порядке, каждая на своем определенном месте, образуя так называемые «кристаллические решетки». Связи между молекулами, расположенными в узлах кристаллических решеток, гораздо слабее, чем связи между атомами или другими частицами, поэтому вещества с молекулярным строением имеют низкие температуры плавления, а вещества с немолекулярным строением имеют высокие температуры плавления, и вообще, они крепче, прочнее «молекулярных» веществ.



*Молекула
воды*



*Молекула
кислорода*



*Кристалл
поваренной соли*

Не все вещества состоят из молекул. Есть и такие, которые состоят непосредственно из атомов или иных частиц. Например — алмаз, состоящий из связанных определенным образом атомов углерода. Мы еще поговорим об этом. Пока что важно запомнить, что по типу строения вещества делятся на молекулярные и немолекулярные.

По своему строению вещества делятся на простые и сложные. Молекулы простых веществ состоят из одного вида атомов, например — молекулы водорода или кислорода. Молекулы сложных веществ состоят из атомов разных видов, например — вода. Сложное вещество можно разложить путем химических реакций на простые, а вот простые разложить уже нельзя. В примере, который мы уже обсуждали (пока что только на словах, без уравнений) два простых вещества — медь и сера — превратились в сложное — сульфид серы. Процесс получения сложных веществ из простых называется синтезом.

Простые вещества называются так же, как и химические элементы, из которых они состоят. Кислород, серебро, алюминий... Важно различать и понимать, когда речь идет о веществе, а когда о химическом элементе. Пример — для дыхания нам необходимо вещество кислород, состоящее из двух атомов химического элемента кислорода, а не сами атомы. Химический элемент — понятие абстрактное, его нельзя ни увидеть, ни понюхать, ни пощупать. В отличие от вещества.

Ознакомьтесь с таблицей, в которой приведено несколько знакомых всем нам веществ.

Простые вещества		Сложные вещества	
Название	Тип строения	Название	Тип строения
Кислород	молекулярное	Вода	молекулярное
Водород	молекулярное	Поваренная соль	немолекулярное
Алмаз	немолекулярное	Сахароза	молекулярное
Железо	немолекулярное	Углекислый газ	молекулярное
Алюминий	немолекулярное	Сода	немолекулярное

СТРОЕНИЕ АТОМА

Давайте подробнее ознакомимся с тем, как устроен атом. Про ядро и электроны мы уже знаем. Ядра атомов состоят из положительно заряженных частиц, называемых «протонами» и нейтральных частиц, называемых «нейтронами». Протоны и нейтроны имеют общее название — «нуклоны», то есть ядерные частицы.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

Порядковый номер химического элемента в периодической таблице Менделеева, а следовательно, все его химические свойства определяются зарядом ядра атомов элемента, который равен количеству протонов в ядре (так называемому «протонному числу»).

Ядро атома водорода, с которого начинается таблица Менделеева, состоит из одного протона. Ядро атома марганца (порядковый номер 25) — из двадцати пяти.

Любой атом в целом электрически нейтрален. Положительный заряд протонов уравнивается отрицательным зарядом электронов, которые, как нам уже известно, вращаются вокруг ядра. Иначе говоря, число электронов в электронной оболочке атома равно протонному числу. Между всеми заряженными частицами атома действуют электростатические силы — отрицательно заряженные электроны притягиваются к положительно заряженному ядру и одновременно отталкиваются друг от друга. Мы же знаем из физики, что частицы с одинаковым зарядом отталкиваются друг от друга, а с разным — притягиваются друг к другу, верно?

У вас сразу же возник вопрос — почему не отталкиваются друг от друга одинаково заряженные протоны, из которых состоит ядро? Казалось бы, что им вместе делать нечего. Или физика ошибается? Нет, физика, как и химия, как и все другие науки, никогда не ошибается. Ошибаться могут только ученые, но не науки. Дело в том, что нуклоны — протоны и ней-

троны, из которых состоят атомные ядра, — притягиваются друг к другу силами, которые значительно сильнее электростатического отталкивания. Эти силы называются «ядерными силами». Они возникают лишь на сверхкоротких расстояниях. Атомы, простые ионы и атомные ядра имеют общее название — «нуклиды».

Из-за того, что ядерные силы во много раз больше электростатических, ядра гораздо прочнее атомов. Во время химических реакций изменяется только электронная оболочка — электроны отдаются или принимаются, а ядра атомов остаются неизменными.

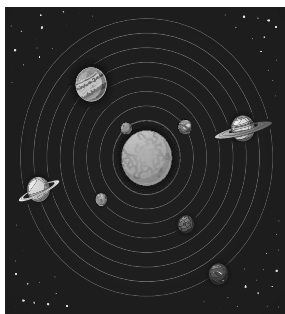
Отдавая или принимая электроны, нейтрально заряженные атомы превращаются в заряженные частицы — ионы. Отдал один или несколько электронов — стал положительно заряженным ионом, потому что начал преобладать положительный заряд ядра. Присоединил — зарядился отрицательно. Положительно заряженные ионы называют «катионами», а отрицательно заряженные — «анионами». Запомнить, как что называется, помогает фраза: «Катя (катион) хорошая, а вот Аня (анион) — плохая».

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

Теряя или присоединяя электроны в ходе химических реакций, атомы не изменяют своей химической сущности.

Медь остается медью, а сера — серой. Упрощенно говоря, сущность химического элемента определяется его ядром. Электроны — дело наживное. Сегодня отдал, завтра присоединил.

Электроны движутся вокруг ядра атома примерно как планеты движутся вокруг Солнца, только их орбиты называются «слоями» или «оболочками» и в каждом слое могут находиться несколько электронов. Электроны атома различаются по величине своей энергии. Чем дальше от ядра располагаются электроны, тем больше их энергия. Электроны с близкими значениями энергии образуют своеобразные слои, которые называют «энергетическими уровнями» или «электронными оболочками».



Атом водорода

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

Число энергетических уровней атома равно **номеру периода** в периодической системе Менделеева. Не порядковому номеру, а номеру периода!

Запомните пока что это, а таблицу Менделеева мы разберем немного позже.

Атом водорода, самый простой из всех атомов, имеет одну орбиту, один энергетический уровень. По этой орбите вокруг ядра вращается один электрон. Но в более сложных атомах уровни, начиная со второго, состоят из нескольких близких по энергии подуровней. Второй уровень состоит из двух подуровней, которые обозначают буквами «s» и «p». В третьем уровне добавляется еще один подуровень — «d», а в четвертом уровне подуровней становится четыре — добавляется подуровень «f». Больше четырех подуровней в энергетическом уровне не бывает.

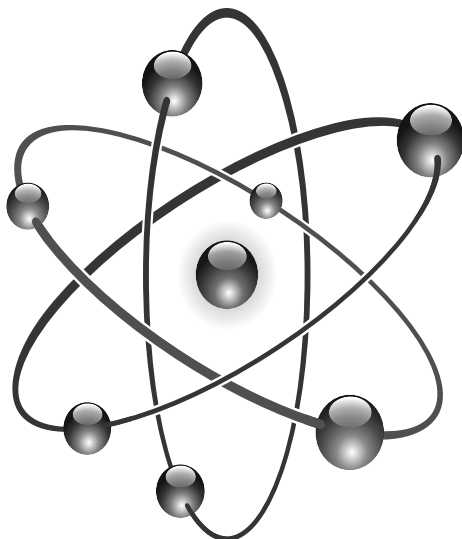
Подуровни, в свою очередь, состоят из одинаковых по энергии орбиталей. Чтобы лучше усвоить материал, можно сравнить электронное облако (совокупность всех энергетических уровней) атома с городом, энергетический уровень — с улицей, подуровень — с домом, а орбиталь — с квартирой для электронов. На одной орбитали, в одной квартире, не может быть более двух электронов.

На s-подуровне всего одна орбиталь, на p-подуровне — 3 орбитали, на d-подуровне — 5 орбиталей, а на f-подуровне их 7. Соответственно на

s-подуровне может находиться не более 2 электронов, на p-подуровне — не более 6, на d-подуровне — не более 10, а на f-подуровне — не более 14.

Вступая в реакцию, химические элементы изменяют свои внешние электронные слои, отдавая или принимая электроны. Внешние электронные слои реагирующих элементов, взаимодействуя, перекрываются друг с другом и образуют общее электронное облако. В результате этого процесса возникают химические связи между атомами. Есть такое правило: если на внешнем электронном уровне химического элемента находится мало электронов (1, 2 или 3), то элемент в большинстве реакций будет стремиться их отдать, а если больше трех — то будет стараться присоединить чужие.

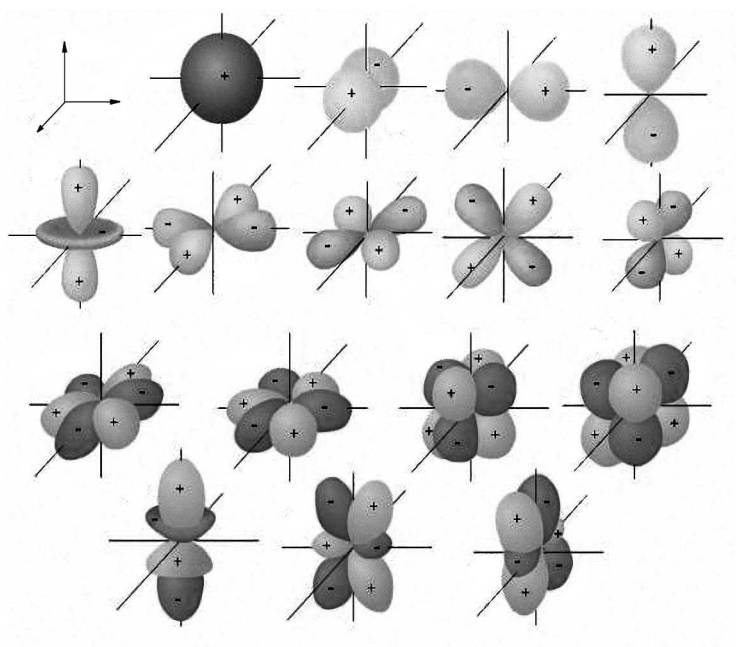
Сравнение строения атома с планетарной системой довольно условно. Планетарная модель строения атома, предложенная британским физиком Эрнестом Резерфордом в начале прошлого века, не могла объяснить факт длительного существования атома, иначе говоря — его устойчивости.



Планетарная модель строения атома

Согласно законам классической электродинамики, движущийся с ускорением заряд должен излучать электромагнитные волны, теряя тем самым энергию. Спустя некоторое время (довольно короткое, порядка 10^{-8} с) электроны должны растратить всю свою энергию и упасть на ядро, но ведь этого не происходит. Позже ученые выяснили, что внутренние процессы в атоме не подчиняются классическим законам физики.

В настоящее время принята волновая теория строения атома. Согласно волновой теории строения s-подуровни имеют сферическую форму и состоят из двух круговых орбиталей.



p-подуровни состоят из трех гантелеобразных орбиталей, похожих на объемные восьмерки, d-подуровни и f-подуровни имеют более сложную конфигурацию. «Электронное облако» — очень точное название. Ядро