



ХИМИЯ 2

На основе русской физики



Антонов В.М.

ХИМИЯ

На основе русской физики

Учебник 2 – Сложные вещества и
химические процессы

2012 год

Антонов В.М. Химия. На основе русской физики/
Учебник 2 – Сложные вещества и химические процессы.
2012.

В основу учебников положена русская физика, согласно которой химические атомы представляют собой торовые вихри в эфирной среде.

Учебники нацелены на объяснение всех химических процессов и явлений с учётом торовихревого строения атомов.

Во втором учебнике рассматриваются сложные вещества и химические процессы.

Напоминание

1. Эфир и атомы

Всё видимое пространство вокруг нас заполнено особой физической средой – эфиром, состоящим из плотно уложенных идеальных эфирных шариков.

Химические атомы образуются в результате столкновения эфирных потоков и представляют собой торовые вихри в эфирной среде.

Размеры торовых вихрей – разные, но в сечении вихревых шнуров у всех у них – три эфирных шарика.

Каждые такие три эфирных шарика называются электронной секцией.

Вихревой шнур наименьшего атома состоит из 2000 электронных секций; наибольший – из порядка 700000 секций.

Торовые вихри свёртываются в разнообразные фигуры. Так формируются химические атомы.

Различие атомов – в особой форме свёрнутости, которая, в свою очередь, зависит от размеров исходных торовых вихрей.

Всё многообразие атомов разделено на несколько десятков, и каждая группа считается отдельным простым веществом.

Средний по величине атом в каждой группе называется титульным.

Химически активными элементами атомов являются жёлобы и петли. Сомкнувшиеся два вихревых шнура образуют жёлоб; на концах жёлобов возникают петли.

У жёлобов и петель одна сторона – присасывающая, а другая – отталкивающая. Жёлобы слипаются с жёлобами, а петли – с петлями.

2. Электроны

Элементарный вихревой обрывок, состоящий только из одной электронной секции, становится электроном. К трём эфирным шарикам электронной секции примыкают два осевых шарика.

Электроны есть повсюду. Они прилипают к жёлобам атомов. Есть они и между атомами.

Электроны образуют своё электронное давление и перемещаются под уклон этого давления.

По жёлобам атомов электроны перемещаются без сопротивления.

Атомы металлов соединяются между собой так, что образуют непрерывные цепочки жёлобов. Электроны по ним могут скользить из конца в конец.

3. Тепловые колебания и свет

Тепловые движения атомов представляют собой струнные колебания отдельных участков вихревых шнуров.

Размах колебаний определяет температуру атомов.

Струнные колебания порождают волны в прилегающем эфире; это – тепловые волны. Они расходятся от атомов фронтом и поэтому затухают по мере удаления.

Чем выше температура атомов, тем дальше они расходятся.

При достижении пороговой величины размаха струнных колебаний тепловая волна срывается и уходит в пространство. Это – световая волна. Она представляет собой бегущий упругий прогиб эфирной среды.

4. Основные простые вещества

Простое вещество	Сим вол	Кол-во электронных секций в атоме			Вес атома *10 ⁻²⁶ кг
		min	титул	max	
водород	H	2000	3100	4200	0,169
дейтерий	D	4000	6100	8200	0,333
тритий	T	8200	9200	10200	0,502
гелий	He	10200	14600	19000	0,797
литий	Li	19000	21300	23600	1,16
бериллий	Be	23600	27700	31800	1,51
бор	B	31800	33200	34600	1,81
углерод	C	32700	36900	41100	2,01
азот	N	40000	43100	46200	2,35
кислород	O	44600	49200	53800	2,69
фтор	F	53800	58400	63000	3,19
неон	Ne	63500	66100	68700	3,61
натрий	Na	68500	70700	73500	3,86
магний	Mg	72000	74700	78000	4,08
алюминий	Al	78000	83000	85500	4,53
кремний	Si	82300	86400	90500	4,72
фосфор	P	90500	95200	98500	5,20
сера	S	95500	98600	103500	5,38
хлор	Cl	103500	109000	113000	5,95
аргон	Ar	110000	114600	119000	6,26
калий	K	119000	120200	123000	6,56
кальций	Ca	121500	123200	126500	6,73

Сложные вещества

5. Слипшиеся атомы

В Природе атомы в одиночном состоянии встречаются крайне редко. Подавляющее большинство из них существует слипшимися.

Так все твёрдые материалы и предметы потому и твёрдые, что атомы в них крепко связаны между собой.

Камень – это крепко слипшиеся атомы.

Горная скала – это крепко слипшиеся атомы.

Стол, за которым мы сидим,- это тоже крепко слипшиеся атомы. И стул, на котором мы сидим, точно также представляет собой соединённые атомы. Не будь они такими, и стул под нами развалился бы. Из мокрого песка можно соорудить подобие стула, но сидеть на нём невозможно.

Мягкие и рыхлые материалы и предметы состоят также из слипшихся атомов, но соединены они в них между собой не столь прочно.

Яблоко – это тоже слипшиеся атомы, но оно легко режется ножом.

Даже в пластических материалах и в жидкостях ощущается наличие тяготения частиц друг к другу – это тяготение определяет их вязкость.

Мёд и сметана – вроде бы текучие, но с какой «неохотой» они текут, и к ложке они прилипают так, что приходится их слизывать. Значит, частицы мёда и сметаны также обладают липучими свойствами.

Может показаться, что нет слипания у сыпучих порошков. Да; крупинки порошков между собой не слипаются, но сами крупинки представляют собой слипшиеся атомы.

Похожая картина – в воздухе. Частицы воздуха плавают в эфире и удалены друг от друга. Между ними слипания нет, но каждая такая частица состоит из объединённых атомов.

Вещество, состоящее из слипшихся атомов одного простого вещества, называется его разновидностью.

Особенно много разновидностей у углерода. Это – и порошковая сажа, и графит, из которого делают стержни карандашей, и алмаз, и угольные нити, и угольные трубки, и многое другое.

Вещества, состоящие из слипшихся атомов разных простых веществ, называются сложными.

Не будет большой ошибкой, если называть разновидности простых веществ также сложными веществами, так как под сложностью можно понимать всё многообразие слипания атомов.

6. Разнообразие сложных веществ

Разнообразие сложных веществ настолько широкое, что не поддаётся счёту. Нет смысла говорить, что сложных веществ – десять, двадцать или сто миллионов; их, в принципе, может быть сколько угодно.

Вещества различаются тогда, когда, во-первых, слипшимися оказываются разные атомы. Это – самый простой признак различия.

При соединении кислорода с водородом получается жидкая вода. Когда тот же кислород соединяется с углеродом, получается углекислый газ. Если кислород соединился с железом, образовалась ржавчина.

Во-вторых, сложное вещество возникает и тогда, когда изменяется соотношение разных атомов.

Та же ржавчина бывает разной. Если атомы кислорода и железа соединяются в соотношении один к

одному (OFe), то получается один вид ржавчины. Если на один атом железа приходится два атома кислорода (O_2Fe), то ржавчина – другая. Возможны и иные сочетания атомов в них. Внешне ржавчины различаются по цвету: от ярко красного до тёмно коричневого.

И в-третьих, новые вещества образуются и тогда, когда атомы слипаются по-разному. Иногда это различие в слипании выражается отчётливо, как, например, в соединениях углерода и водорода (CH_2 , C_2H_4 , C_3H_6 и другие), иногда – мало заметно, например при термической обработке сложных веществ.

Атом углерода имеет четыре петли. Ими он может соединяться как с атомами водорода, так и с другими атомами углерода. Даже при одном и том же соотношении чисел атомов углерода и водорода возможны различные комбинации соединений атомов углерода между собой.

В общем в группе пропанов на каждые 3 атома углерода приходится 8 атомов водорода (C_3H_8). Но разные их перестроения образуют различные вещества; их называют изопропанами.

Подобные структуры возникают в клетках живой природы, в частности в растительных волокнах.

Неограниченность разнообразия сложных веществ можно показать на примере материала лезвия кухонного ножа.

При определённой добавке к железу так называемых легирующих металлов, в основном – никеля, полученный сплав становится нержавеющей.

Но переход от ржавеющего материала к нержавеющей не является ступенчатым. С увеличением добавок никеля ржавление постепенно отступает. Формально можно сказать, что каждый дополнительный атом никеля создаёт новый материал.

Лезвие кухонного ножа должно быть не только нержавеющей, но и прочным и острым.

Прочность и способность сохранять остроту придают материалу ножа термические обработки; их называют закалкой. При термических обработках атомы не перестраиваются полностью, но изменяют своё положение, подстраиваясь под соседей. Такое изменение положений атомов может либо ослабить их усилия слипания, либо усилить. При усилении слипания прочность материала ножа увеличивается.

Изменять своё положение атомы могут не только при термообработке, но и в обычных условиях. Такой процесс специалисты называют старением материала. В процессе старения острая кромка лезвия ножа может округляться и нож теряет остроту.

Старение материала ножа можно рассматривать как видоизменение вещества.

7. Прямое наблюдение микромира

Сложное вещество характеризуется составом атомов и тем, как эти атомы прилегают друг к другу.

Поставим перед собой задачу увидеть эту картину с такой подробностью, чтобы можно было рассмотреть каждый атом в отдельности.

Невооружённым глазом сделать это мы не можем, так как атомы слишком малы. Но и обычные микроскопы, работающие с видимым светом, тоже не помогут нам. Видимый свет – слишком грубое средство для рассмотрения атомов. Длина световой волны в тысячу раз больше размера среднего атома.

Крупные предметы мы видим потому, что они отражают направленный на них свет всей своей поверхностью.

Атомы отражают луч света только теми своими короткими участками вихревых шнуров, которые

колеблются с частотой упавшего на них луча. Именно этим определяется цвет вещества. Всё остальное у атома свет не отражает, и поэтому рассмотреть его прямым наблюдением с использованием обычного света – невозможно.

Это всё равно как пытаться в свете автомобильных фар ночью в полной темноте рассмотреть едущего далеко впереди велосипедиста: мы видим только отражения катафотов (светоотражателей) его велосипеда и ничего кроме.

Более пригодны для рассмотрения микромира – электронные микроскопы; в них вместо света используются потоки электронов. Электроны отражаются всей поверхностью атома, и, казалось бы, проблема прямого рассмотрения отдельных атомов решена, но возникает следующая трудность – увеличение изображения. В результате электронный микроскоп даёт размытое изображение рассматриваемого участка.

Приблизительно те же возможности имеются у рентгеновских микроскопов, работающих на основе рентгеновских лучей.

Есть иной путь представления атомов – компьютерное моделирование. В идеале можно было бы получить пространственные изображения атомов и их сочленений. Но насколько точно принятые компьютерные модели соответствуют действительности – сказать трудно.

И наконец, есть третий путь – томография, то есть объединение микроскопных и компьютерных средств. Размытые изображения микроскопов обрабатываются с помощью специальных вычислительных программ, и результат выносится на экран компьютера.

Таким образом можно рассмотреть любое вещество в мельчайших, атомных подробностях: и из каких атомов это вещество состоит, и как эти атомы соединяются между собой.

8. Свойства веществ, воспринимаемые человеком

Человек воспринимает изучаемое вещество своими органами чувств – зрением, осязанием, обонянием, вкусом и даже слухом.

В первую очередь человек отмечает внешний вид вещества. Оно может быть прозрачным (как воздух, вода или стекло) и непрозрачным. Непрозрачные вещества различаются им по цвету. Отличительным признаком, в его представлении, может быть блеск, как на чистом срезе у металлов.

Зрение позволяет нам различать газообразные вещества, жидкие, киселеобразные (коллоиды), порошковые, монокристаллические и прочие.

На ощупь можно оценить твёрдость, мягкость, упругость, сыпучесть веществ и многое другое. Металлы нам кажутся более охлаждающими, чем другие материалы. Осязанием можно выявить наличие моющих средств в воде.

Многие вещества порождают запахи, и мы своим обонянием воспринимаем их.

Наличие сероводорода в воздухе может отметить каждый – он пахнет как протухшие яйца. Хлор издаёт удушающий запах. Люди с острым обонянием способны по запаху различать даже марки стали.

По вкусу человек делит вещества на кислые и солёные, на сладкие и горькие.

И даже слух помогает человеку различать разные материалы. Металлические предметы, например, звенят, а неметаллические издаются глухой звук.

Так, своими органами чувств, воспринимает человек все окружающие его вещества. Такое восприятие помогает ему различать их; правда, не всегда и не безошибочно.

Фосфор белый и фосфор красный перепутать по цвету – трудно, но фосфор ли – данное вещество? – сказать однозначно невозможно.

Очень внешне похожи мелкая соль, сода, сахарная пудра, и даже селитра (минеральные удобрения), хотя на самом деле это – совершенно разные вещества и путать их никак нельзя.

Некоторые воспринимаемые человеком признаки легли в основу классификации веществ. Так признак кислотности выделил из всего многообразия веществ – кислоты, а солённость – соли.

Чувственное восприятие веществ, несмотря на свою многогранность, не позволяет всё же человеку составить истинное представление об атомах, с которыми он обращается, и о их соединениях. Таким способом человек иногда с трудом отличает одно вещество от другого и вынужден использовать дополнительные, косвенные средства для распознавания и оценки изучаемых веществ.

9. Физические свойства сложных веществ

Некоторые свойства сложных веществ выявляются с помощью физических приборов; такие свойства назовём физическими. К ним относятся удельный вес, температура плавления, температура кипения, электрическая проводимость, теплоёмкость, теплопроводность, спектр излучения (поглощения) и другие.

Удельный вес вычисляется путём деления полного веса на объём вещества; вес определяется на весах, а объём – мерными ёмкостями.

Удельный вес жидкостей можно определить также с помощью ареометра. Он выглядит и работает как поплавков. По глубине его погружения в жидкость судят о её удельном весе: чем больше погружение, тем меньше удельный вес.

Температуры плавления и кипения веществ выявляются с помощью всевозможных термометров.

Иногда переход из одного состояния в другое происходит не при фиксированной температуре, а в некотором её диапазоне; тогда указывают либо начало перехода, либо его конец.

Так вода начинает замерзать уже при 4-х градусах тепла и полностью превращается в лёд при нуле градусов, В этом же диапазоне температур происходит плавление льда (или снега): начинает плавиться он при нуле градусов, а заканчивает при плюс 4-х. Кстати, крепко смёрзшийся лёд заканчивает своё плавление при более высокой температуре.

Электрическую проводимость вещества выявляют с помощью электрического прибора для определения электрического сопротивления.

Если вещество твёрдое, то берут образец из него определённой длины, прикладывают к нему с разных сторон электрические контакты и по шкале прибора узнают его электрическое сопротивление. Чем меньше сопротивление, тем больше электрическая проводимость.

Если вещество жидкое или рыхлое, то электроды прибора опускают в него на определённом расстоянии друг от друга.

Теплоёмкость исследуемого вещества говорит о том – сколько нужно затратить тепла, чтобы поднять температуру одного килограмма этого вещества на один градус.

Проще всего измерить теплоёмкость вещества – по отношению к теплоёмкости воды.

Для этого в горячую воду определённого объёма с определённой температурой опускают, допустим, один килограмм холодного вещества, замерив предварительно его температуру. Опущенное вещество будет нагреваться и охлаждать воду. Когда их температуры выравняются, измеряют её, и пересчётом вычисляют относительную теплоёмкость исследуемого вещества.

В качестве физических приборов в этом случае используют весы, мерные сосуды и термометр.

Похожим образом определяют теплопроводность вещества, только нагрев этого вещества контролируют по часам. Чем быстрее оно нагревается, тем теплопроводность выше.

Одним из наиболее значимых свойств вещества является спектр видимого и невидимого света, который испускает это вещество или поглощает его.

Всякое вещество при нагреве излучает свет и даже не одного цвета, а нескольких. Набор цветов испускаемого света называется спектром вещества.

Его определяют специальным оптическим прибором, регистрирующим в отдельности все частоты излучаемого света.

Методом спектроскопии (определения спектра) можно безошибочно определять состав исследуемого вещества, и для этого требуется ничтожно малое количество этого вещества.

Некоторые вещества способны окрашивать пламя, и по цвету окраски их распознают. Так натрий окрашивает бесцветное пламя в жёлтый цвет, а калий – в фиолетовый.

10. Косвенные признаки сложных веществ

В большинстве случаев прямым наблюдением за химическим процессом трудно выявить характер процесса.

И тем более, трудно определить состав исходных и вновь образуемых веществ.

Не прибегая к сложным физическим методам исследования, сделать это можно с помощью всевозможных индикаторов.

В химии обычно используются три индикатора: лакмус, фенолфталеин и метиловый оранжевый. Они характеризуют три вида веществ: кислые, щёлочные и нейтральные.

В кислых растворах лакмус приобретает красный цвет, фенолфталеин становится бесцветным, а метил оранжевый превращается в розовый.

В щёлочных растворах лакмус окрашивается в синий цвет, фенолфталеин становится малиновым, а метил оранжевый переокрашивается в жёлтый.

И в нейтральных средах лакмус становится фиолетовым, фенолфталеин обесцвечивается, а метил оранжевый не изменяет свой цвет и остаётся оранжевым.

Существует и много других косвенных признаков сложных веществ.

Углекислый газ, например, проходя сквозь известковую воду, вызывает её помутнение. Помутнение в данном случае является признаком наличия углекислого газа.

Азот и кислород можно различить с помощью обычной свечи: в среде кислорода она вспыхивает, а в среде азота гаснет.

Соли аммония (соединения аммиака NH_3 с кислотными компонентами) обнаруживаются в процессе соединения их со щёлочами по выделяемому в таких случаях аммиаку, имеющему характерный запах.

Спирты выявляются с помощью медной проволоки. Если её прокалить до образования окарины и опустить в раскалённом виде в спирт, то образуется уксусный альдегид, который выделяет свой запах.

Сам уксусный альдегид можно обнаружить не только по запаху, но и по осадку зеркального серебра Ag при воздействии на него аммиачным раствором оксида серебра $(OAg_2)(NH_3)_n$.

11. Молекулы воздуха и других газов

Обособленные небольшие группы слипшихся атомов всех сложных веществ принято называть молекулами.

Их ещё можно называть элементарными частицами сложных веществ.

Обратим особое внимание на обособленность молекул; она означает, что молекулы как-то разделены между собой.

Наиболее наглядно это выражено в воздухе, окружающем нас. В нём его элементарные частицы удалены друг от друга.

Вызвано это тем, что, плавая в эфире, частицы создают в нём вокруг себя волны, отталкивающие соседние молекулы. Такие волны называются тепловыми, и вызваны они тепловыми, струнными колебаниями атомов.

Итак, воздух представляет собой сплошной эфир, наполненный отдельными молекулами. (Их можно сравнить с рыбками, плавающими в аквариуме.)

Какими молекулами наполнен воздух?

Прежде всего это – молекулы азота; их – больше всего. Они состоят из спаренных атомов азота (N_2).

Очень много в воздухе молекул кислорода. Каждая из них представляет собой также пару слипшихся атомов кислорода (O_2).

Есть там и молекулы водорода. Они – такие же, из спаренных атомов ($H_2 = Hm$).

Из сложных молекул воздуха можно упомянуть молекулы пара. Каждая из них состоит из атома кислорода с прилипшей к нему молекулой водорода (ОНm).

Заметим, что сложные молекулы могут состоять из более простых.

Это подтверждается и молекулой углекислого газа (он образуется во время горения); в нём каждая молекула состоит из слипшихся атома углерода и молекулы кислорода - (СО₂).

В малых количествах в воздухе содержатся самые разнообразные молекулы органических веществ – продуктов переработки и сжигания каменного угля и нефти. Мы их чувствуем и различаем по запаху. Это – молекулы испарений бензина, керосина, машинных масел.

К органическим веществам относятся все ароматические продукты; приятный запах свидетельствует о наличии в воздухе молекул их испарений.

Молекулы органических веществ – очень большие; они могут состоять из десятков и даже сотен атомов.

Кроме отдельных молекул, в воздухе постоянно находятся и другие скопления атомов. Это – мелкие капельки тумана (облака состоят из них) и пыль твёрдых веществ. Их молекулами называть не принято; они сами состоят из молекул.

В газообразном состоянии находится не только воздух, но и многие продукты химической промышленности. Некоторые из них представляют собой однородные газы, состоящие из одного вида молекул.

К ним относятся хлор, сероводород, сернистый газ, аммиак, метан и другие.

Молекула хлора, как и большинства газообразных простых веществ, представляет собой спаренные атомы – Cl₂. (Хлор – жёлто-зелёный газ с резким удушающим запахом.)

Молекула сероводорода состоит из слипшихся атома серы и молекулы водорода – SH_2 . (У сероводорода – отвратительный запах протухших яиц.)

Молекула сернистого газа образуется при слипании атома серы с молекулой кислорода – SO_2 . (Сернистый газ – бесцветный, с резким запахом.)

В молекуле аммиака к одному атому азота присоединены отдельно три атома водорода – NH_3 ; водород здесь – не молекулярный, а атомарный. (Аммиак пахнет мочевиной.)

Состав молекулы метана: один атом углерода и четыре атома водорода – CH_4 . В атомарном виде находятся там только два атома водорода; другие два – в виде молекулы H_2 ; поэтому молекулу метана можно представить как CH_2H_2 . (Метан – газ без цвета и запаха.)

Говоря о молекулах, ещё раз отметим, что в газообразных веществах они представляют собой отдельные частицы, состоящие из нескольких атомов.

12. Молекулы воды и других жидкостей

Уточним понятие молекулы. Это – не только отдельно расположенные группы слипшихся атомов. В воде и в других жидкостях элементарные частицы (молекулы) не только соприкасаются между собой, но и испытывают некоторое тяготение друг к другу; это тяготение можно расценивать как слабое слипание. Усилие такого слипания настолько мало, что не может противостоять земному тяготению, и поэтому жидкости – текучи.

Во время течения частицы жидкости скользят относительно друг друга.

Степень их слипания определяет вязкость жидкости: чем сильнее слипание, тем больше вязкость.

Таким образом, всевозможные слипания атомов в жидкостях можно разделить на две категории: на сильные, противостоящие земному тяготению, и на слабые, преодолеваемые этим тяготением.

Атомы, скреплённые сильным тяготением, будем считать молекулами.

Молекула воды представляет собой атом кислорода с прочно прилипшей к нему молекулой водорода – OHm .

Между собой молекулы воды слипаются совсем слабо, они легко скользят относительно друг друга и поэтому вода очень текуча.

Тем не менее, это слипание есть и его можно обнаружить в простейшем опыте: достаточно смазать жиром обычную иголку и осторожно положить её на воду. Поверхность воды прогнётся под тяжестью иголки, но слипшиеся молекулы воды удержат её в плавающем положении. Жир в данном случае потребовался для того, чтобы исключить прилипание молекул воды к атомам металла иголки.

Из других жидкостей упомянем серный ангидрид. Он получается как промежуточный продукт при производстве серной кислоты. Другое его название – триоксид серы.

Серный ангидрид – бесцветная ядовитая жидкость.

Молекула серного ангидрида (SO_3) образуется из молекулы сернистого газа (SO_2) после присоединения к ней ещё одного атома кислорода (O).

Слипание молекул серного ангидрида между собой, как у всех жидкостей, очень слабое.

Разделение слипания атомов на сильное (внутримолекулярное) и слабое (межмолекулярное) характерно для всех жидкостей без исключения.

Итак, за молекулы в жидкостях будем принимать только такие группы атомов, сцепление которых не нарушается при течении.

Сохраняются молекулы жидкостей и тогда, когда происходит испарение и жидкости переходят в газообразное состояние. При испарении разрушаются только слабые, межмолекулярные связи.

Поэтому молекулы воды и молекулы пара – одно и то же; молекула серного ангидрида и молекула его испарений – одно и то же.

13. Молекулы растворов

Соль растворяется в воде, и образуется солёная вода. Сахар также хорошо растворяется в воде, и образуется сладкая вода. Вода в этих случаях выступает как растворитель, соль и сахар – как растворимые вещества, а солёная вода и сладкая вода называются растворами.

Растворяться могут не только твёрдые вещества в жидкостях, но и жидкие в жидкостях. Так густая краска растворяется (становится более жидкой, разжиженной) в ацетоне. Ацетон – растворитель; краска – растворимое вещество.

Иногда говорят о растворении газов в жидкостях.

Как выглядят молекулы растворов?

В процессе растворения молекулы растворителя налипают по нескольку штук на отдельные молекулы растворимого вещества. Молекулы растворимого вещества становятся в этом случае как бы ядрами молекул растворов.

В солёном растворе, например, на каждую молекулу соли налипают по 20 молекул воды, а в сахарном растворе к каждой молекуле сахара прилипают по 5 молекул воды.

Связи в молекулах растворов – достаточно крепкие; они преодолевают земное тяготение и в текучем состоянии не разрушаются.

Так как мы договорились считать молекулами в жидких, текучих веществах те группы атомов, которые сохраняются слипшимися во время течения, то в жидких растворах за молекулы мы должны принять молекулы растворимых веществ вместе с налипшими на них молекулами растворителей.

Молекула солёного раствора - $(\text{Cl}_2\text{Na}_2)(\text{OHm})_{20}$.

Молекула сахарного раствора - $(\text{C}_{12}\text{O}_{11}\text{Hm}_{11})(\text{OHm})_5$.

В то же время, если руководствоваться тем, что молекулы жидкостей сохраняются и при испарении (при переходе в газообразное состояние), то мы должны рассматривать в растворах молекулы растворимого вещества и молекулы растворителя как самостоятельные, отдельные молекулы.

Дело в том, что в процессе испарений налипшие молекулы растворителя сбрасываются с молекул растворимого вещества и улетучиваются как отдельные частицы.

На основании выявленных противоречий можно сделать вывод о том, что понятие молекулы не есть что-то однозначное, а зависит от нашего подхода. Можно считать молекулами растворов - слипшиеся молекулы растворимого вещества и растворителя, а можно считать их - независимыми молекулами.

В отношении растворов газов требуется уточнение.

Молекулы некоторых газов, таких как кислород и водород, попадая в воду, слипаются там со всеми соседними молекулами воды одинаково, не отдавая предпочтения ни одной из них.

В этих случаях нет характерного для растворов налипания одних молекул на другие.

А вот молекулы серного ангидрида и аммиака ведут себя иначе.

Серный ангидрид (триоксид серы SO_3) в нормальных условиях – жидкость, но молекулы его очень часто отрываются от неё и также часто возвращаются к ней. Поэтому вблизи поверхности жидкого ангидрида плотность его газообразных молекул очень высокая.

Точно также ведут себя молекулы воды.

Объясняется это явление тем, что у молекул серного ангидрида и у молекул воды есть стороны, в направлении которых тепловые волны не создаются, и этими сторонами молекулы не отталкиваются от соседей

Такими «спокойными» сторонами молекулы ангидрида и воды легко соединяются между собой и оседают в жидкость, будь то вода или жидкий ангидрид.

Слипаются молекулы серного ангидрида с молекулами воды в разной пропорции, но наиболее вероятное соотношение – одна к одной.

Слипшиеся молекулы можно рассматривать как новообразованную молекулу, хотя при испарении она также легко распадается на исходные.

Больше всего на раствор похоже соединение аммиака с водой, только в качестве растворителя теперь выступает не вода, а конденсированный (жидкий) аммиак - его молекулы налипают на молекулу воды. При полном насыщении на каждую из них присоединяются по четыре молекулы аммиака: $(\text{OHm})(\text{NH}_3)_4$.

14. Молекулы коллоидных веществ

Правильнее говорить не о коллоидных веществах, а о коллоидном состоянии веществ.

Если раздробить любое вещество (твёрдое или жидкое) на очень мелкие частицы, состоящие из не более чем сотен молекул, и распылить их в воздухе или размешать в жидкостях, то получим коллоидные смеси.

Воздушные коллоидные смеси называются аэрозолями; жидкостные – золями, суспензиями, эмульсиями; полужидкостные – пенами.

Измельчённые частицы, распределённые в воздухе или в жидкостях, не осаждаются и остаются во взвешенном состоянии на протяжении долгого времени. В воздухе они удерживаются на весу тепловыми волнами окружающих частиц, а в жидкостях – за счёт слипания с прилегающими молекулами среды.

Поэтому жидкостные коллоиды очень похожи на обычные растворы, только в качестве ядер молекул растворов теперь выступают в них измельчённые частицы коллоидных веществ.

Коллоидную структуру имеют всевозможные клеи, белки, полимеры, крахмал, кровь. И даже обычную питьевую воду следует представлять как коллоид, так как в ней в виде взвесей присутствуют самые разные измельчённые вещества.

И вот эти коллоидные частицы можно рассматривать как молекулы – они сохраняются неизменными в процессе течения.

Очень похожи на коллоиды и самозагустевающие жидкости. При долгом хранении в спокойном состоянии таких веществ, как керосин, их молекулы объединяются в группы, подстраиваясь в них друг к другу и скрепляясь дополнительными усилиями.

В результате образуются сгустки молекул; обычно они оседают на дно. Эти сгустки сохраняются потом даже во время течения и поэтому могут считаться молекулами.

Разрушают их только сильные механические воздействия, например при продавливании под большим давлением сквозь узкие щели.

15. Молекулы пластичных веществ

Пластичные вещества во многом похожи на жидкости; они, как и жидкости, могут течь, но крайне медленно.

Типичными представителями пластичных веществ являются сырая глина, пластилин и, как ни странно, металлы. Правда, металлы обычно называют не пластичными, а ковкими, но это – одно и то же.

Отличие пластичных веществ от жидкостей состоит в том, что смещение молекул в них относительно друг друга происходит не под действием земного тяготения, а при силовом воздействии.

И это воздействие может быть разным: сырая глина и пластилин разминаются руками, а кусок свинца расплющить можно только ударами молотка.

Будем считать, что молекулы слабопластичных веществ (которые разминаются руками) сохраняются неизменными в процессе пластической деформации.

Условно разделим усилия слипания атомов, как и в случае с жидкостями, на сильные и слабые, и договоримся считать молекулообразующими только сильные слипания.

У металлов (у однородных, чистых металлов и у сплавов) атомы слипаются также не одинаково, и при ковке некоторые из них сохраняют свои связи неизменными. Это – так называемые зёрна металлов; их можно рассматривать как молекулы.

Размеры этих зёрен в процессе пластической деформации могут изменяться – либо в сторону укрупнения, либо, наоборот, в сторону измельчения.

Некоторые межатомные связи при этом могут укрепляться, а другие – ослабляться. Ослабление может доходить до полного разрыва связей. Именно этим объясняется шелушение металлов при ковке и волочении.

Зёрна металлов, принятые нами как молекулы, могут разрушаться под воздействием сильных ударов. Впрочем, очень сильные удары могут разрушать не только молекулы, но и сами атомы, доводя их до распада.

16. Молекулы твёрдых веществ

Будем иметь в виду - твёрдые хрупкие вещества, такие как сахар и пищевая соль (в кристаллическом виде) или обычный речной песок.

Некоторые из них – растворимы (сахар, соль), другие – нет (речной песок).

В отношении растворимых твёрдых веществ можно сказать так: их молекулами являются те группы атомов, которые образуют ядра молекул растворов.

В отношении же конкретно соли и сахара можно положиться на наше языковое восприятие: молекулой соли является наименьшая частица вещества, сохраняющая солёный вкус; а у сахара – сладкий вкус.

Но наиболее общим подходом к определению молекул твёрдых веществ можно считать следующий: будем измельчать твёрдое вещество до тех пор, пока сохранится соотношение атомов в измельчённых частицах.

У речного песка соотношение атомов силициума и кислорода – один к двум, и молекула его – SiO_2 .

Молекула сахара – значительно крупнее; в ней насчитывается 45 атомов. Соотношение различных атомов в ней такое: 12 атомов углерода + 22 атома водорода + 11 атомов кислорода, и молекула его – $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$.

17. Молекулы плёнок и сплавов

В частности имеются в виду – поверхностные плёнки и сплавы металлов.

Такие металлы, как алюминий, цинк, хром, бериллий, магний и некоторые другие, соединяясь с кислородом, покрываются поверхностными плёнками, изолирующими лежащие под ними атомы.

Формируются плёнки следующим образом. Поверхностные атомы металлов (того же алюминия) уложены неплотно и соединяются (слипаются) между собой небольшими участками своих жёлобов.

Атомы кислорода накладываются на них и заполняют пустоты между ними. Своими прилипающими участками атомы кислорода прикрепляются к атомам металлов. В результате на поверхности металлов образуется плотная и прочная плёнка толщиной в один атом.

Атомы металлов и кислорода чередуются в этих плёнках в разных направлениях и по всей поверхности.

Чередование характеризуется соотношением атомов металлов и кислорода.

На каждые два атома алюминия в плёнке приходится три атома кислорода. Такое же сочетание – у плёнки хрома. У цинка и бериллия на каждый атом металла приходится по одному атому кислорода, а у магния – по два.

Разделить плёнку на отдельные участки, которые выглядели бы как молекулы, - невозможно.

Остаётся просто договориться считать молекулами плёнок – соотношение атомов в них.

Получим такие условные молекулы: у алюминия – O_3Al_2 ; у хрома – O_3Cr_2 ; у цинка – OZn ; у бериллия – OBe ; у магния – O_2Mg .

Подобная картина – у сплавов, только различные атомы в них рассредоточены по всему объёму сплава.

Для сведения, сплавы бывают не только металлическими. Гранит, базальт, силикатные стёкла, металлургические шлаки - тоже сплавы.

Переменяющиеся атомы изменяют свойства таких веществ в широких пределах: упрочняют или, наоборот, снижают их прочность; увеличивают температуру плавления или понижают её; повышают электропроводность или уменьшают её.

Содержание компонентов сплава обычно указывается в процентах (%), но, по подобию с поверхностными плёнками, их соотношение можно отразить в молекуле.

Основными компонентами нержавеющей стали являются: железо (Fe) – 74 %; хром (Cr) – 18 % и никель (Ni) – 8 %. Условная молекула такого сплава – $\text{Fe}_9\text{Cr}_2\text{Ni}$. Отличительная особенность сплава отражена в его названии – нержавеющей.

Можно привести другой пример – сплав с очень низкой температурой плавления – всего 68 градусов. Он состоит из висмута (Bi) -50 %, свинца (Pb) – 25 %, олова (Sn) – 12,5 % и кадмия (Cd) – 12,5 %. Условная молекулы такого сплава – $\text{Bi}_4\text{Pb}_2\text{SnCd}$.

18. Формулы молекул

Формулы молекул бывают разные; одну и ту же молекулу можно изобразить по-разному. Одно у них общее – атомы отображаются латинскими буквами.

Самая простая формула отражает атомарный состав молекулы и количество входящих в неё атомов. Количество указывается в виде индексов. Если атом – один, то индекс не указывается.

Молекулу воды можно изобразить как H_2O ; читается – аш-два-о. Из формулы видно, что молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Ни соразмерности атомов, ни их построение в данной формуле не отражены.

Ту же молекулу можно изобразить как $(\text{H}_2)\text{O}$, подчёркивая тем самым молекулярное строение атомов водорода; читается – аш молекулярный-о. Молекулярный водород обозначается как H_m ; с учётом этого формула молекулы воды примет вид H_mO .

Если учитывать соразмерности атомов, то формулу молекулы воды следует изображать как OH_m - к крупному атому кислорода прикреплена мелкая молекула водорода.

Молекула метана (болотного газа) состоит из одного атома углерода и четырёх атомов водорода. Формула состава этой молекулы выглядит как CH_4 .

Два атома водорода здесь объединены в молекулу; поэтому формулу можно уточнить – CH_mH_2 . Атом углерода C в этом соединении внешне похож на латинскую букву U . Молекула водорода H_m укладывается во впадину, а два отдельных атома водорода H и H присоединяются к вершинам. Представим это соединение лежащим на боку; ему больше будет соответствовать формула $\text{C}(\text{H}_m)\text{H}_2$.

Сложные молекулы, как правило, собираются из более простых молекул с последовательным многоступенчатым присоединением каждой из них. Общая формула может отражать и состав исходных молекул и порядок их соединения.

Покажем это на примере молекулы серной кислоты; формула её молекулы состава – H_2SO_4 .

Эта молекула состоит из двух отдельных молекул: серного ангидрида – SO_3 и воды – OH_m . Их наличие можно отразить в формуле с помощью скобок: $\text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{SO}_3)(\text{OH}_m)$.

В свою очередь, молекула воды включает в себя молекулу водорода Hm: $\text{OH}_m = (\text{O}(\text{H}_2))$. А молекулу серного ангидрида можно даже разложить на две ступени: состоящей из молекулы сернистого газа SO_2 : $\text{SO}_3 = ((\text{SO}_2)\text{O})$, а та включает молекулу кислорода O_2 : $\text{SO}_2 = (\text{S}(\text{O}_2))$.

В общей сложности формула молекулы серной кислоты примет вид:

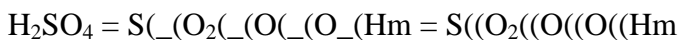


В таком изображении формул виден не только порядок формирования крупных молекул, но и то, в какой последовательности они разрушаются. При нагреве молекула серной кислоты в первую очередь распадается на молекулу серного ангидрида и молекулу воды.

Если воду нагревать дальше, то её молекулы будут распадаться на атомы кислорода и молекулы водорода. И уж при очень сильном нагреве молекулы водорода распадутся на атомы. Такое состояние вещества называется плазмой.

Подобное будет происходить и с молекулами серного ангидрида при его дальнейшем нагреве. При достаточно высокой температуре он распадается на сернистый газ и атомарный кислород. Если температуру нагрева повышать и дальше, сернистый газ начнёт распадаться на молекулярный кислород и серу. Дальнейший нагрев породит плазму – только атомарное состояние вещества.

Если требуется отобразить в формуле порядок жёлобового слипания, то молекулу серной кислоты можно представить как



Скобки в этой формуле являются символами жёлобов.

Количество скобок в формуле можно сократить:



Рассмотренные изображения молекул вписываются в строку; поэтому их можно назвать строчными.

Кроме строчного одномерного представления формул молекул, используются и другие – плоские, двумерные (как сложный рисунок на листе бумаги) и даже объёмные, трёхмерные (на экране компьютера). Компьютерные, трёхмерные формулы особенно необходимы для изображения крупных молекул органических веществ и для отображения хода химических процессов.

В общем нет никаких запретов на иное представление молекул; главное в этих представлениях – наглядность и простота понимания.

19. Электроны на молекулах

Электроны возникают при разрушении атомов и являются осколками (обрывками) атомов. Их можно сравнить с пылью, которая возникает при разрушении твёрдых предметов. И как пыль оседает на предметы, так и электроны оседают на молекулы.

Все молекулы буквально облеплены ими; на каждой молекуле могут скопиться десятки, сотни и даже тысячи электронов.

Прилипают они к жёлобам молекул.

Есть электроны и неприлипшие, свободные. Они заполняют межмолекулярные пространства.

Между теми и другими идёт постоянный обмен: слабо прилипшие электроны срываются с жёлобов и становятся свободными, а какие-то свободные электроны оседают и прилипают к жёлобам.

Этот процесс похож на испарение воды: одни её молекулы срываются с поверхности воды и превращаются в пар; другие из пара оседают на ту же поверхность.

В результате срыва электронов с жёлобов и оседания их на жёлобах выравнивается их удельное давление. В нормальных условиях, когда нет никаких превращений одних молекул в другие, удельное давление электронов – одинаковое во всём веществе.

Следует напомнить, что между собой атомы и мелкие молекулы соединяются теми же жёлобами, к которым могут прилипать электроны.

Так что если какие-то жёлобы заняты электронами, то эти электроны препятствуют слипанию атомов и молекул.

Если атомы и молекулы всё же слипаются какими-то участками своих жёлобов, то они выдавливают с этих участков находившиеся там электроны.

Выдавленные электроны образуют блуждающие группы. Эти группы электронов могут атаковать соседние атомы и молекулы и внедряться между ними.

Возможно и обратное явление – при разрыве жёлобового соединения (например под напором тепловых колебаний) вскрываются участки слипания, на которых нет электронов. Эти участки будут стремиться оттягивать электроны с других жёлобов. Появляется местный, почти точечный, недостаток электронов.

Блуждающая группа электронов и недостаток их создают перепады электронного давления, которые действуют на соседние молекулы и действуют по-разному.

Блуждающая группа может образовывать, своего рода, электронный клин.

Внедряясь этим клином между соседними слипшимися атомами и молекулами, эта группа разъединяет их.

Недостаток электронов, наоборот, упрочняет слипание атомов и молекул.

Когда нет никаких активных химических превращений, то есть в спокойном состоянии веществ, возникновение блуждающих групп и недостаток электронов – явления крайне редкие.

Но в химических процессах (в ходе перестроения молекул) действия блуждающих групп электронов и их недостаток оказываются одними из решающих. Особенно это касается тех веществ, молекулы которых не образуют токопроводящие цепочки жёлобов.

Металлы такие цепочки имеют; по ним электроны могут перемещаться и распределяться по всем молекулам вещества, и поэтому металлы в меньшей степени подвержены воздействию электронов.

Говоря о налипших на молекулы электронах, следует обратить внимание на возможную неравномерность распределения электронов на каждом в отдельности атоме и на каждой в отдельности молекуле: с какой-то стороны у них электронов больше, с какой-то меньше. И сама неравномерность изменяется от несущественной до значительной.

Такое неравномерное распределение электронов вызывает поворачивающие усилия на атомах и молекулах при движении электронов. Разворот атомов и молекул отражается на ходе химических процессов.

Неравномерного распределения электронов не может быть только на атомах металлов: электроны распределяются на них по всей длине контурных жёлобов. Нет его и на некоторых молекулах.

20. Проволочная модель молекулы

Вихревые шнуры атомов – очень упругие.

Более подходящей моделью атомов по этому признаку является не модель из резинового шнура, а проволочная - из упругой проволоки.

Представим себе очень большое кольцо из тонкой стальной проволоки. Пусть толщина проволоки – всего один миллиметр, а диаметр кольца – более метра. Представим себе также, что проволока кольца намагничена.

Скомкаем кольцо. Магнитные силы стянут отдельные участки кольца, и оно сохранит скомканный вид. Приблизительно так выглядят атомы.

Представим себе ещё, что таких скомканных проволочных моделей – несколько, и все они – разного размера и разного вида.

Сомкнём их. Намагниченность будет удерживать их в слипшемся состоянии. Получим проволочную модель молекулы.

Всё, что связано с упругими свойствами атомов и молекул, удобнее всего рассматривать на этой модели.

21. Тепловые колебания молекул

Тепловые колебания молекул являются упругими колебаниями отдельных участков слипшихся в молекулу атомов - их вихревых шнуров.

Рассмотрим проволочную модель молекулы. Ударим по ней, и она задрезжит.

Зададимся вопросом: какова физика дребезжания?

Оказывается, дребезжат отдельные участки проволочной конструкции, и выглядят эти дребезжающие участки как колеблющиеся струны.

Назовём эти колебания струнными.

Заметим, что колеблются не все участки; некоторые из них так стянуты магнитными силами, что не могут колебаться. Не колеблются и перекрещивающиеся участки модельной проволоки.

Так ведёт себя под воздействием ударов проволоочная модель молекулы.

Приблизительно то же самое происходит с реальными молекулами: отдельные участки вихревых шнуров колеблются (дребезжат) как струны, только услышать их дребезжание мы не можем - слишком высока частота колебаний.

Эти струнные колебания молекул и есть их тепловые колебания.

Услышать их мы, действительно, не можем, но почувствовать можем. В коже у нас имеются такие особые рецепторы (их называют тепловыми), которые реагируют на струнные колебания молекул: чем интенсивнее колебания, тем теплее нам кажется вещество.

Термометры отражают те же струнные колебания молекул, то есть тепловые колебания.

Иные движения молекул, например при течении жидкостей, тепловыми не являются; наши тепловые рецепторы кожи и термометр на них никак не реагируют.

Колеблются не все участки молекулы. Некоторые из них так стянуты взаимным тяготением, что колебаться не могут. Не колеблются и перекрещивающиеся участки.

Успокаивают струнные колебания молекул и налипшие на них электроны. Если у электронов во время колебаний есть возможность бегать по жёлобам туда-сюда (как, например, у молекул металлов), то такие электроны становятся гасителями колебаний.

22. Тепловые волны молекул

Молекулы воздуха плавают в эфире, как рыбы в воде, и, как рыбы, они находятся на некотором удалении друг от друга. Сблизиться им мешают тепловые волны в эфире.

Эти волны порождаются тепловыми, струнными колебаниями молекул.

Волны накатываются на соседние молекулы и отталкивают их.

Взаимное отталкивание молекул воздуха противостоит внешнему давлению и взаимному тяготению; оно удерживает их на расстоянии.

При нагреве воздуха струнные колебания молекул усиливаются (увеличиваются их амплитуды), и молекулы расходятся дальше.

При охлаждении молекулы сближаются, и может наступить такой момент, когда некоторые из них оседут в жидкость. Этот процесс называется конденсацией.

Если колеблющиеся струны молекулы располагаются на всех её сторонах, то такая молекула порождает тепловые волны во все стороны от себя и равно удаляется от всех своих соседей. Молекулы кислорода, азота и водорода – именно такие.

У некоторых других молекул есть спокойные стороны – на них нет колеблющихся участков, и с этих сторон молекулы не порождают волны; это – своего рода, однобокие молекулы. К таким относятся молекулы воды OHm , серного ангидрида SO_3 и хлороводорода Cl_2Hm . Сближаясь спокойными сторонами, однобокие молекулы слипаются и образуют туман.

Тепловые волны определяют состояние не только воздуха, но и любого газа.

Есть ли они в жидких и твёрдых веществах?

Да, есть; все без исключения молекулы имеют струнные колебания.

И все они порождают тепловые волны, но в жидком и твёрдом состояниях взаимное тяготение молекул превалирует, и молекулы не расходятся.

23. Движения молекул

Уточним представление однобоких молекул. В общем случае это - неравномерное распределение колеблющихся струн по всем сторонам молекулы; с каких-то сторон они сосредоточены более плотно, а с других – менее. Такое неравномерное распределение характерно практически для всех молекул, только у одних оно выражено в большей степени, а в других – в меньшей.

Подобным образом распространяются и тепловые волны, создаваемые неравномерно расположенными струнами: куда-то они идут в большем количестве, а в обратном направлении – в меньшем.

Обратим своё внимание на то – как сказывается такое неравномерное распределение тепловых волн на поведении самой молекулы.

Порождая волну, струна отталкивается от неё; это – так называемое реактивное усилие.

Реактивные усилия нескольких струн, действующих в одном направлении, складываются.

Реактивные усилия всех колеблющихся струн молекулы суммируются с учётом направления.

При равномерном распределении струн суммарное реактивное усилие на молекулу равно нулю.

При неравномерном распределении струн по сторонам молекулы возникает результирующее реактивное усилие, которое толкает молекулу в том же направлении.

Именно этим объясняются движения молекул (не движения их отдельных участков, а молекул в целом).

В воздухе и в других газах эти движения – наиболее энергичные, и понятно – почему: газообразные молекулы не встречают на своём пути никакого сопротивления.

В жидкостях такое сопротивление есть; это – вязкость, и движения там – не столь выразительные.

И совсем незначительные движения молекул – в твёрдых веществах, хотя и там они присутствуют.

Чем выше температура, тем энергичнее движения молекул.

Направление перемещения неуравновешенной молекулы зависит от её ориентации. Если ориентация меняется, например при столкновениях с другими молекулами, то изменяется и направление.

В общем случае направления перемещения молекул носят случайный характер.

Двигутся не только отдельные молекулы, но и более крупные частицы, если у них не уравновешены реактивные усилия.

24. Резонанс тепловых колебаний

Пусть перед нами – качающийся маятник. Если его регулярно подталкивать, то размах его колебаний будет увеличиваться. Такое явление называется резонансом. Если подталкивать маятник невпопад, резонанс не возникает. Резонанс появляется только тогда, когда внешнее подталкивающее усилие воздействует с той же частотой, с какой колеблется сам маятник, или с частотой в кратный раз меньше.

Явление резонанса характерно и для молекул.

Когда тепловые волны одной молекулы накатываются на отдельный колеблющийся участок (на колеблющуюся струну) другой молекулы, и когда их частоты совпадают, то колебания струны усиливаются.

Это равносильно тому, что повышается температура колеблющегося участка. Но эта температура не распространяется на всю молекулу – все прочие участки молекулы резонанс не затрагивает; поэтому их колебания не изменяются.

Частота накатывающихся тепловых волн может быть в два, три и более раз меньше частоты резонирующей струны.

Резонанс отдельных участков молекулы может возникать не только от действия внешних тепловых волн, но и от непосредственного соударения струн.

25. Непостоянство форм атомов и молекул

Формы атомов и молекул могут изменяться; иногда – существенно. Атомы и молекулы и деформируются и трансформируются.

То и другое можно продемонстрировать на проволочных моделях. Небольшое их смятие в пределах упругости называется деформацией, а другое свёртывание – трансформацией.

Самая распространённая деформация атомов и молекул – тепловая. При нагреве их слипшиеся участки начинают интенсивнее колебаться и, преодолевая усилия слипания, частично расходятся. Изменение форм в таких случаях – незначительное, но это изменение легко фиксируется – объём веществ при их нагревании увеличивается.

Есть вещества, расширяющиеся, наоборот, при охлаждении. К ним относятся кремний, висмут, сурьма, лёд и некоторые другие. Атомы и молекулы этих веществ в слипшемся состоянии – более коробоватые, и при охлаждении (при большем слипании) коробятся и занимают больший объём.

Любое слипание вызывает деформацию атомов и молекул; иногда такая деформация упрочняет их связи, а иногда – ослабляет.

Атомы хрома, например, деформируясь и прилегая к атомам железа, скрепляют их. Атомы кислорода, накладываясь на атомы алюминия и подстраиваясь к ним, создают прочную поверхностную плёнку. А атомы олова, внедряясь в сплавы и разрывая их связи, наоборот, разупрочняют их.

Нетрудно представить себе – как деформируются молекулы обычной резины при растяжении её.

Пример трансформации - это превращение грейферной формы одиночных атомов азота в плоские трёхлучевые звёзды, слипающиеся попарно.

Трансформация атомов углерода и их соединений, в первую очередь, с водородом, настолько разнообразна, что породила особо выделенную химию – органическую.

26. Нормальные условия

Состояние веществ зависит от условий, в которых они находятся.

К основным условиям относятся:

- * температура,
- * давление,
- * среда,
- * электрическая заряженность,
- * освещённость.

Эти условия могут изменяться в широких пределах.

Кроме того, на состояние вещества оказывают влияние материал сосуда, в котором оно находится, степень изолированности от воздуха, примеси других веществ, жёсткое излучение, радиоактивность и другие факторы.

Все вещества характеризуются и сравниваются между собой в одних и тех же условиях; эти условия называются нормальными.

Основными нормальными условиями принято считать:

- * температура вещества – 20 градусов,
- * удельное давление вещества равно среднему атмосферному давлению и составляет 101325 уд,
- * среда – воздушная,
- * электрическая заряженность вещества – нейтральная,
- * освещённость вещества – дневная, без прямого солнечного света.

Иногда температуру нормальных условий принимают равной нулю градусов. Она удобна тем, что легко создаётся тающим снегом.

27. Элементы слипания атомов и молекул

Атомы и молекулы слипаются жёлобами и петлями. Жёлобы образуются при смыкании вихревых шнуров. На концах жёлобов возникают петли. И у жёлоба и у петли присасывающей является только одна сторона; вторая сторона – отталкивающая. Такое разделение зависит от направления вращения вихревых щнуров. Жёлобы слипаются с жёлобами, а петли – с петлями. Между собой они не слипаются. Жёлобы могут быть разной длины.

Но петли все – одинаковые. Их средний диаметр равен среднему диаметру атома водорода (атом водорода представляет собой кольцо).

В зависимости от того, какими элементами слипаются атомы и молекулы, все их соединения можно разделить на жёлобовые и петлевые. В одной и той же молекуле могут присутствовать оба вида соединения.

Петли разных атомов и молекул слипаются между собой однозначно: к одной петле может прилипнуть только одна петля; других вариантов нет.

Жёлобы могут слипаться как угодно. К длинному жёлобу могут прилипнуть несколько коротких. Два жёлоба в благоприятных условиях слипаются плашмя, но если им что-то мешает, они могут сомкнуться своими краями или отдельными участками.

Образное сравнение: два магнита смыкаются разными полюсами и всегда одинаково, но когда магнитов несколько, то они могут слипнуться между собой по-разному.

Слипшиеся попарно петли образуют жёлоб. Присасывающие стороны петель при этом нейтрализуются, но появляется активный жёлоб.

Определяющим условием слипания атомов и молекул является удобство слипания. Неудобные, прикрытые жёлобы и петли соединяются с трудом.

В органической химии чаще всего встречаются петлевые соединения; в неорганической – жёлобовые. Атомы металлов соединяются только жёлобами.

28. Выпуклые и вогнутые жёлобы

Прямых жёлобов практически не бывает; они – либо выпуклые, либо вогнутые.

Если прямой жёлоб всё же встречается, то он может рассматриваться как частный случай выпуклого жёлоба.

Соединяться между собой могут:

* выпуклый жёлоб с выпуклым [) (] при любой степени изогнутости;

* выпуклый жёлоб с вогнутым [((] при условии, что обеспечивается их взаимное прилегание (когда радиус кривизны выпуклого жёлоба меньше радиуса вогнутого).

Вогнутые жёлобы соединяться между собой не могут.

Жёлобы не являются жёсткими конструкциями и при слипании могут изменять свою кривизну в пределах возможного.

29. Оксиды

Всё разнообразие жёлобового слипания атомов можно наблюдать в оксидах. Оксидами называются соединения кислорода с другими веществами: соединение с водородом $O(Hm)$ – оксид водорода, соединение с литием $O(Li_2)$ – оксид лития, соединение с углеродом (CO_2) – оксид углерода и так далее.

Посмотрим – что из себя представляет атом кислорода и как он соединяется с другими атомами.

Воспользуемся образным сравнением. Атом кислорода похож по форме на зажатую в кулак ладонь с вытянутым указательным пальцем. Представим себе, что присасывающий жёлоб проходит по внутренней стороне указательного пальца, огибает его и продолжается по внешней стороне.

То, что выделено нами как указательный палец, у атома кислорода является стволем. Будем считать, что у этого ствола, как и у пальца, есть внутренняя сторона и внешняя; внутреннюю сторону образует внутренний жёлоб, а внешнюю – внешний.

Оксиды могут образовываться с помощью как внутреннего жёлоба, так и внешнего.

С атомами большинства металлов атомы кислорода соединяются внутренними, вогнутыми жёлобами.

Атомы металлов выглядят как клубочки. Активными у них являются выпуклые жёлобы, охватывающие их по всему контуру. Ни петель, ни вогнутых жёлобов у атомов металлов нет.

При соприкосновении с таким одиночным атомом атом кислорода охватывает его своим внутренним жёлобом. При этом его внешний жёлоб становится выпуклым. Так выглядят оксиды металлов – $(O(Mg))$, $(O(Cu))$ и другие (здесь скобки обозначают жёлобы).

Чем мельче атом металла, тем круче охватывает его ствол атома кислорода. Самые мелкие атомы металлов могут прилипнуть к жёлобу атома кислорода с обеих сторон: $(Li)O(Li)$, $(Na)O(Na)$.

Внешними своими жёлобами атомы кислорода соединяются с такими веществами, как сера S, молекулярный азот N_2 , углерод C, кремний Si и молекулярный фосфор P_2 .

У атомов этих веществ активными являются вогнутые жёлобы.

При соединении с ними внешними жёлобами внутренние жёлобы атома кислорода становятся вогнутыми.

Так образуются следующие оксиды: оксид серы – $S(O_2($, оксид азота – $N_2(O_3($, оксид углерода – $C(O_2($, оксид кремния – $Si(O($, оксид фосфора $P_2(O_5((($.

Обратим внимание на то, что у молекулы оксида фосфора образуются три вогнутых жёлоба.

Также внешними своими жёлобами кислород соединяется и с теми металлами, которые не распадаются на отдельные атомы. В этом случае атомы кислорода не охватывают атомы металлов (нет такой возможности), а прилипают к тем из них, которые располагаются на поверхности.

Так образуются поверхностные плёнки оксидов: $Be(O($, $Al_2(O_3($, $Pb(O($, $Sn(O($ и другие.

Возможны и иные соединения кислорода. Например в пероксиде натрия $O_2(Na_2)$ спаренные атомы натрия Na_2 прилипают к стыку двух атомов кислорода O_2 . Соединение это – не прочное и легко распадается.

30. Вода

Вода – это оксид водорода $O(Hm)$.

Хотя молекулярный водород Hm и является металлом, тем не менее оксид водорода сильно отличается от прочих оксидов металлов и заслуживает особого рассмотрения.

Сказывается то, что молекула водорода – плоская, и когда ствол атома кислорода охватывает её своим внутренним жёлобом, она почти не выступает за его пределы и не участвует в соединении молекулы воды с другими атомами и молекулами. Молекула водорода в воде, можно считать, изолирована.

Наглядно молекулу воды можно представить в виде зажатой в кулак ладони, у которой указательный палец охватывает маленькое колечко. Кулак с оттопыренным указательным пальцем уподобляется в данном случае атому кислорода, а колечко – молекуле водорода.

В молекуле воды внешний жёлоб ствола атома кислорода превращается в выпуклый.

Кроме него у атома кислорода есть и другой выпуклый жёлоб; он перпендикулярен первому, но с ним не смыкается.

В этом кроется отличие молекулы воды от атомов металлов – её два жёлоба не являются контурными, и поэтому вода не электропроводна.

И в то же время, как и на атомах металлов, на молекуле воды могут сосредотачиваться многие десятки и сотни электронов.

Между собою молекулы воды соединяются короткими участками круто изогнутых выпуклых жёлобов; соединение это – непрочное, и поэтому вода легко течёт.

Молекула воды удобна для слипания почти со всеми атомами и молекулами: и с теми, которые имеют выпуклые жёлобы, и с теми, у которых жёлобы – вогнутые.

31. Гидроксиды

Гидроксиды представляют собой соединения оксидов металлов с водой.

Среди них выделяется особая группа – щёлочи. Они образуются от соединения с водой таких оксидов, как оксид натрия ONa_2 , оксид калия OK_2 , оксид кальция OCa и оксид бария OBa .

Формулы молекул этих гидроксидов имеют соответственно следующий вид: $(\text{ONa}_2)(\text{OHm})$, $(\text{OK}_2)(\text{OHm})$, $(\text{OCa})(\text{OHm})$, $(\text{OBa})(\text{OHm})$.

По общему названию указанных гидроксидов – щёлочи – металлы, образующие их, принято называть щёлочными; это - натрий Na, калий K, кальций Ca и барий Ba.

Молекулы каждой в отдельности щёлочи соединяются между собой короткими участками выпуклых жёлобов и поэтому легко разъединяются водой, то есть легко растворяются в воде.

Хуже всех из них растворяется гидроксид кальция $(\text{OCa})(\text{OHm})$. Точнее сказать, некоторые молекулы гидроксида кальция слипаются между собой настолько прочно, что не разъединяются водой вообще.

Каждая из щёлочей имеет своё обиходное название: гидроксид натрия – едкий натр, гидроксид калия – едкое кали, гидроксид кальция – гашёная известь, гидроксид бария – баритовая вода.

Из других гидроксидов можно упомянуть гидроксид железа – $(\text{OFe})(\text{OHm})$, гидроксид меди – $(\text{OCu})(\text{OHm})$, гидроксид магния – $(\text{OMg})(\text{OHm})$.

Ещё раз отметим, что атомы металлов, молекулы их оксидов и гидроксидов имеют только выпуклые жёлобы, с помощью которых они соединяются между собой. Участки слипания выпуклых жёлобов – относительно короткие, и поэтому гидроксиды не столь активны в соединениях.

32. Кислотные компоненты

Атомы и молекулы с вогнутыми жёлобами могут образовывать более длинные участки слипания. К ним относятся кислотные компоненты. На их основе формируются молекулы кислот.

Наиболее распространёнными из кислотных компонентов являются (скобками обозначены жёлобы):

- * сера)S(;
- * хлор)Cl₂(;
- * фтор)F₂(;
- * иод)I₂(;
- * сернистый ангидрид SO₂(;
- * серный ангидрид SO₂(O(;
- * азотистый ангидрид N₂O₃(;
- * азотный ангидрид N₂O₅(;
- * углекислый газ CO₂(;
- * оксид кремния SiO₂(;
- * оксид фосфора P₂O₅((((.

Кислотными компонентами могут быть и некоторые органические соединения.

К вогнутым жёлобам кислотных компонентов могут прилипать молекулы водорода (Hm). С теми компонентами, у которых жёлобы круто изогнуты, они образуют относительно устойчивые соединения, такие как сероводород Hm)S(, хлороводород Hm)Cl₂(, фтороводород Hm)F₂(, иодоводород Hm)I₂(.

Следует пояснить – почему молекула водорода (Hm) в перечисленных соединениях изображается без скобки перед ней. Дело в том, что эта молекула настолько мала, что «утопает» в присасывающих жёлобах кислотных компонентов настолько, что почти не выступает за их пределы. Это равносильно тому, как если бы в тарелке размещалась вишенка; она не выступала бы выше краёв тарелки. Для сравнения: крупное яблоко и, тем более, арбуз возвышались бы над тарелкой.

33. Кислоты

Более прочные соединения возникают при подсоединении к кислотным компонентам молекул воды O(Hm); при этом образуются кислоты:

- * сероводородная Hm)S(O(Hm);
- * соляная Hm)Cl₂(O(Hm);
- * плавиковая Hm)F₂(O(Hm);
- * иодоводородная Hm)I₂(O(Hm);
- * сернистая SO₂(O(Hm);
- * серная SO₂(O(O(Hm);
- * азотистая N₂O₃(O(Hm);
- * азотная N₂O₅(O(Hm);
- * угольная CO₂(O(Hm);
- * кремниевая SiO₂(O(Hm);
- * фосфорная P₂O₅[(O(Hm)]₃.

Органические кислотные компоненты при подсоединении к ним молекул воды образуют такие кислоты, как муравьиная, уксусная, щавелевая, лимонная и другие.

Подстраиваясь под вогнутый жёлоб кислотного компонента, ствол атома кислорода в молекуле воды несколько распрямляется (становится менее крутым).

При этом охват стволем молекулы водорода H_m сокращается, и ослабляется усилие сближения атома кислорода с молекулой водорода.

Другими словами, водород в кислотах удерживается меньшим усилием, чем в обычной воде.

34. Химическая активность кислот

Все кислоты химически агрессивны; именно этим они выделяются среди всех сложных веществ. Их агрессивность выражается в том, что они активно присоединяют к себе и простые и сложные вещества.

Наиболее активные кислоты способны разрушать живые клетки – растительные и животные. Обращение с кислотами всегда требует особой осторожности.

В химии принято делить кислоты на сильные, средние и слабые; такая градация объясняется длиной открытого жёлоба и удобством присоединения к нему.

К сильным кислотам, в частности, относятся серная $SO_2(O(O(H_m)$ и соляная $H_m)Cl_2(O(H_m$.

К средне сильным кислотам относятся такие, как плавиковая $H_m)F_2(O(H_m$ и сернистая ($SO_2(O(H_m$.

Слабыми кислотами являются угольная $CO_2(O(H_m$ и почти все органические кислоты. Угольная кислота – это обычная газированная вода; она практически безопасна.

О химической активности кислот можно судить по их электропроводности: чем выше электропроводность, тем агрессивнее кислота.

Если принять электропроводность серной и соляной кислот за 100%, то при нормальных условиях электропроводность фосфорной кислоты составит 24%, сернистой – 20%, плавиковой – 8%, уксусной – 1,3%; а угольная кислота проводит электричество совсем слабо – всего 0,21%.

Слабее её – только сероводородная кислота; её электропроводность составляет 0,1% от максимума.

Для сравнения: электропроводность химически чистой, дистиллированной воды находится на уровне $1,8 \cdot 10^{-7}\%$ от электропроводности, например, серной кислоты.

В то же время известно, что обычная, питьевая вода электричество проводит относительно хорошо. Это говорит о том, что в питьевой воде находится большое количество растворённых веществ, в том числе и кислоты. Именно они и создают хорошую электропроводность питьевой воде.

35. Кислотность среды

Кислоты принимают активное участие в обмене веществ живых организмов. Поэтому их наличие в живых клетках является обязательным условием существования этих клеток.

Но всё хорошо – в меру.

Недостаток кислот вызывает угнетение живых организмов; они медленнее развиваются.

С другой стороны, избыток кислот «сжигает» клетки – разрушает их.

В организмы животных кислоты попадают с продуктами питания; в растения – с питательными соками.

Нетрудно сообразить, что кислые продукты содержат больше кислот, чем пресные. Лимон, например, потому и кислый, что в нём – лимонная кислота.

Здоровый человеческий организм чувствует и недостаток кислот и их избыток. Иногда нам хочется чего-нибудь кисленького; иногда же, наоборот, мы избегаем кислых продуктов.

Питательной средой для растений является почва. Содержание кислот в ней определяет её плодородие.

Дождь и общая переувлажнённость почвы способствует повышению концентрации кислот в ней. Происходит это в результате растворения в воде таких газообразных кислотных компонентов, постоянно присутствующих в воздухе, как углекислый газ CO_2 , сернистый газ SO_2 , оксиды азота N_2O_2 и другие.

В сухую погоду кислотность почв снижается.

36. Соли

Характерным признаком кислот является наличие в них молекулярного водорода H_m . Точнее сказать, молекулы кислот имеют вогнутые жёлобы, к которым прилипают в первую очередь молекулы водорода.

Молекулярный водород – типичный металл. Спаренные колечки атомов водорода образуют выпуклые контурные жёлобы. Именно наличием выпуклых контурных жёлобов характеризуются атомы металлов.

Особенностью молекулы водорода является то, что она – меньше всех других атомов и молекул, и она – плоская, в то время как все прочие атомы металлов выглядят как круглые одиночные клубочки или как сомкнутые клубочки.

Заполняют вогнутые жёлобы кислот молекулы водорода – только частично; их прилипание – непрочное.

С большим усилием прилипают к молекулам кислот – атомы большинства металлов. И стоит только появиться этим атомам поблизости от молекул кислот, как они вытесняют из них молекулы водорода и занимают их место. Так происходит замещение молекулярного, металлического водорода другими металлами.

Типичный пример: атом железа Fe вытесняет молекулу водорода Hm из молекулы серной кислоты $\text{SO}_2(\text{O}(\text{Hm}))$, и образуется более прочная молекула железного купороса $\text{SO}_2(\text{O}(\text{Fe}))$.

В некоторых случаях (у некоторых кислот) атомы металлов вытесняют не только отдельно молекулы водорода, но и молекулы воды в целом. Так два атома натрия Na вытесняют и водород и воду из соляной кислоты, и образуется поваренная соль $(\text{Na})\text{Cl}_2(\text{Na})$.

Кислоты, в которых молекулярный водород воды или даже сама вода замещены металлами, называются солями.

Некоторые соли:

- * поваренная соль $(\text{Na})\text{Cl}_2(\text{Na})$;
- * плавленый шпат $\text{F}_2(\text{Ca})$;
- * иодистый калий $(\text{K})\text{I}_2(\text{K})$;
- * цинковая обманка $\text{S}(\text{Zn})$;
- * сульфит бария $\text{SO}_2(\text{O}(\text{Ba}))$;
- * медный купорос $\text{SO}_2(\text{O}(\text{Cu}))$;
- * нитрит натрия $\text{N}_2\text{O}_3(\text{O}(\text{Na}_2))$;
- * нитрат железа $\text{N}_2\text{O}_5(\text{O}(\text{Fe}))$;
- * карбонат кальция $\text{CO}_2(\text{O}(\text{Ca}))$;
- * силикат калия $\text{SiO}_2(\text{O}(\text{K}_2))$;
- * фосфорит кальция $\text{P}_2\text{O}_5[(\text{O}(\text{Ca}))_3]$.

По составу между кислотами и их солями нет принципиального различия: в кислотах - металлический водород, а в солях – все прочие металлы.

Различие – в заполненности вогнутых жёлобов: в кислотах они – не заполнены, а в солях – заполнены.

Между собой молекулы кислот почти не слипаются (вогнутые жёлобы между собой слипаться не могут), и поэтому кислоты – жидкие, а молекулы солей слипаются. Слипаются они контурными жёлобами присоединённых атомов металлов. Поэтому соли представляют собой твёрдые вещества.

37. Ряд активности металлов

Атомы разных металлов удерживаются в молекулах солей с разными усилиями: одни – крепче, другие слабее. Усилие слипания определяется длиной слипшихся участков жёлобов: чем длиннее, тем крепче.

В зависимости от этого происходит замена в солях одних металлов другими.

Так железо Fe вытесняется цинком Zn, а цинк вытесняется марганцем Mn; тот, в свою очередь, вытесняется алюминием Al, а алюминий вытесняется натрием Na.

Способность металлов замещать друг друга в солях можно назвать относительной химической активностью.

Расположенные последовательно по мере убывания усилий слипания металлы образуют ряд относительной химической активности. Он выглядит так:

Li K Ca Na Al Mn Zn Fe Ni Sn Pb Hm Cu Ag Hg Au

Некоторые металлы настолько близки по своей активности, что могут рассматриваться как одинаковые, в частности калий и кальций, железо и никель. Но в общем случае можно утверждать, что калий K намного активнее железа Fe, а железо намного активнее золота Au.

Если наполнить стакан соляной кислотой $Cl_2(O(Hm$ и опускать в неё металлы, начиная с лития Li и кончая свинцом Pb, то все они будут вытеснять из кислоты водород Hm, и он будет выделяться в виде пузырьков.

Но медь Cu, серебро Ag, ртуть Hg и золото Au вытеснить из соляной кислоты тот же водород в нормальных условиях не способны. Заставить их это делать можно только при создании особых условий.

38. Петлевые углеводородные соединения

Немногие атомы имеют открытые петли. К ним, в первую очередь, относятся атомы углерода и водорода.

Атом углерода представляет собой вдвое сложенный исходный торовой вихрь.

При формировании атома углерода сначала происходит его первичное складывание. Оно выражается в том, что исходное вихревое кольцо трансформируется в овал; овал сплющивается, и его вихревые шнуры смыкаются, образуя жёлоб; на концах жёлоба возникают две петли; эти петли – первичные.

При повторном складывании слипшиеся жёлобы превращаются в ствол атома, а на перегибах жёлобов образуются ещё две вторичные петли.

Всего у атома углерода могут оказаться открытыми четыре петли.

Правда, две из них (первичные) обращены друг к другу присасывающими сторонами и могут оказаться слипшимися. И тогда открытыми останутся только две вторичные петли.

Первичные и вторичные петли находятся на разных концах атома углерода и развёрнуты относительно друг друга на четверть оборота.

Атом углерода не имеет законченную форму. Пожалуй, он – самый неопределённый по форме атом.

Ствол атома может расходиться на два отталкивающихся жёлоба; при этом у первичных петель исчезают смыкающиеся устья.

При высокой температуре (при интенсивных струнных колебаниях) слипание первичных петель ослабляется и они расходятся.

Если потянуть каким-либо образом обе первичные (или вторичные) петли в разные стороны, то можно, преодолевая тяготение жёлобов друг к другу, растянуть атом в линию. Именно этим объясняется эластичность резины.

Атом водорода – кольцо. Диаметр кольца приблизительно равен поперечному диаметру петель атома углерода и вообще всех петель.

У кольца атома водорода одна сторона – присасывающая, а другая отталкивающая.

Присасывающей стороной атом водорода может прилипнуть к присасывающей стороне любой петли атома углерода.

Между собой и с атомами водорода углеродные атомы могут соединяться в разных комбинациях.

Если учесть то, что атомы углерода могут соединяться между собой не только петлями, но и своими жёлобами, вариантов соединений становится ещё больше.

Жёлобами соединяется углерод и с молекулярным водородом.

Самой простой молекулой углеводородного соединения является CH_2 , когда два атома водорода прилипают ко вторичным петлям атома углерода. Но у такой молекулы сохраняется присасывающим открытый жёлоб, и она, как правило, прилипает им к другим молекулам.

Спаренные CH_2 образуют молекулу этилена – C_2H_4 .

Самой простой устойчивой комбинированной углеводородной молекулой является молекула метана HmCH_2 . В ней атом углерода имеет вид латинской буквы U с изогнутым стволом и петлями на концах. Два атома водорода прилипают к его петлям на концах (с внутренней стороны), а молекула водорода Hm располагается во впадине.

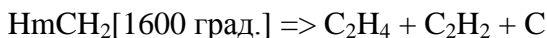
Метан в Природе распространён довольно широко.

Он образуется, в частности, при разложении органических остатков без доступа воздуха; точнее сказать – без доступа кислорода.

Достаточно пошевелить палкой илистое дно болота, как из него на поверхность воды начнут подниматься пузырьки газа. Этот газ и есть метан. Его ещё называют болотным газом. Образуется он и в толще земли; много его – в залежах каменного угля.

Метан – ценное химическое сырьё; из него получают многие полезные химические продукты.

Так при нагреве до 1600 градусов он распадается на этилен (C_2H_4), ацетилен (C_2H_2) и сажу (чистый углерод C):



Разновидностей углеводородных соединений – очень много.

Соединённые петлями атомы углерода образуют каркасы углеводородных молекул. К свободным петлям каркасов прилипают атомы водорода.

Сами каркасы молекул различаются и количеством атомов углерода в них и порядком слипания.

Количество атомов определяет размер углеводородных молекул, а порядок слипания – разновидности равновеликих молекул.

Каркасы крупных углеводородных молекул представляют собой чаще всего сложные пространственные конструкции.

Линейные каркасы образуют растительные волокна. Они облеплены различными атомами (в основном – водородными) и молекулами.

Возможно кольцевое соединение атомов углерода. Соосно-собранные углеродные кольца образуют углеродные трубки; эти трубки также облеплены атомами водорода.

Размеры углеводородных молекул определяют агрегатное состояние вещества: мелкие молекулы – газообразны, средние – жидкие, а крупные образуют твёрдые вещества. Покажем это на примере состава нефти.

Нефть состоит из разных углеводородов.

Газообразными из них являются те, каркас молекул которых состоит не более чем из четырёх атомов углерода.

Такие газообразные вещества называются попутным газом. К ним относятся пропан (C_3H_8) и бутан (C_4H_{10}).

Жидкая фракция охватывает молекулы, каркас которых состоит из более пяти атомов углерода.

Молекулы бензиновой фракции, например, содержат от пяти до одиннадцати атомов углерода.

Бензин – очень ценный продукт нефтехимической промышленности. На нём работают двигатели автомобилей.

Молекулы керосиновой фракции насчитывают от двенадцати до восемнадцати атомов углерода. Керосин является топливом для самолётов и жидкостных ракет.

Более крупные молекулы образуют мазут, вазелин и парафин. Парафины содержат более тридцати семи атомов углерода в каждой своей молекуле. Их уже можно считать твёрдыми веществами. Таким же является асфальт, которым покрывают дороги.

Из известных углеводородных веществ можно упомянуть ещё полимеры. Они представляют собой слипшиеся петлями и жёлобами простейшие углеводородные молекулы. Такими сложными веществами являются, например, полиэтилен, полистирол и другие.

Из них изготавливают прозрачные пакеты, прозрачную широкополосную плёнку, шланги, трубы, бутылки разного объёма, игрушки, посуду. Ими, как изоляцией, покрывают электрические провода.

39. Органические соединения

Углеводородные соединения входят основной составной частью в более широкий круг органических соединений.

К органическим относятся кислородосодержащие соединения (спирты), сложные эфиры (жиры), углеводы и азотосодержащие соединения (белки).

Все эти вещества отличаются от чисто углеводородных тем, что молекулы их наполняются другими атомами и более простыми молекулами.

Углеродные соединения играют в них по-прежнему роль каркаса.

К кислородосодержащим органическим веществам относятся, в частности: уксусный альдегид $(\text{CH}_2)_2\text{O}$; уксусная кислота $(\text{CH}_2)_2\text{O}_2$; глицерин $(\text{CH}_2)_3(\text{OHm})\text{O}_2$.

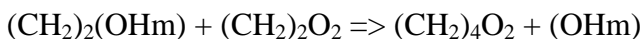
Уксус, которым мы пользуемся в быту, представляет собой 9-ти процентный водный раствор уксусной кислоты.

Сложные эфиры выделяются, по большей части, своим ароматом. Это они создают приятный запах цветов.

(Химический эфир нельзя путать с физическим эфиром. Физический эфир – это то первородное вещество, из которого состоят атомы, а химический эфир – это разновидность сложных органических веществ.)

Молекулы химических эфиров комбинируются из более простых кислородосодержащих углеводородных соединений.

Так при соединении этилового спирта и уксусной кислоты образуются этиловый эфир уксусной кислоты и вода:



К сложным эфирам относятся и жиры. Таким общим названием объединяются и сливочное масло, и растительное масло, и животные жиры.

Каркасы их молекул содержат 16, 17 и 18 атомов углерода, а в целом все жиры охватывают диапазон углеродных цепочек, включающих от 4 до 26 атомов.

Углеводы отличаются тем, что каркасы их молекул состоят только из атомов углерода, и облепляются они не атомами водорода, а молекулами воды. Отсюда – такое название веществ – углеводы.

К углеводам относятся глюкоза (виноградный сахар), фруктоза (плодовый сахар), лактоза (молочный сахар) и обычный сахар. Все они – сладкие на вкус.

К числу углеводов также относятся крахмал и клетчатка.

Формулы составов молекул глюкозы, фруктозы и лактозы – одинаковые; они содержат по 6 атомов углерода и по 6 молекул воды: $C_6(OH)_6$. Но строения их молекул несколько отличаются друг от друга. Молекула обычного сахара – почти в два раза крупнее – $C_{12}(OH)_{11}$.

Крахмал является природным полимером и относится к числу полисахаридов. Его молекулы собираются из многих молекул сахаридов и представляют собой разветвлённые конструкции.

Ещё более сложными являются молекулы клетчатки (целлюлозы) и растительных волокон.

Азотосодержащие органические соединения - белки.

Каркасы молекул белков строятся из петлевых соединений атомов азота и углерода.

Ещё раз представим эти атомы в виде наглядных моделей. Свяжем концы длинного шнурка и расправим его в виде кольца. Это – модель исходного торового вихря.

Растянем кольцо до смыкания его сторон и образования на концах двух петель; получим модель атома углерода.

Сомкнём кольцо в трёхлучевую звезду с тремя петлями на концах лучей; получим модель атома азота.

Указанными петлями атомы углерода и азота могут слипаться между собой. Варианты слипания – самые разнообразные. Так строятся каркасы азотосодержащих органических соединений.

Все свободные петли каркасов заполняются атомами водорода, атомарного хлора и других петлесодержащих веществ.

Кроме присасывающих петель, каркасы имеют много присасывающих жёлобов. К ним своими жёлобами присоединяются атомы кислорода, молекулы воды, атомы и молекулы прочих наполнителей, в частности серы, брома, молекулярного хлора и других.

Молекулы белков – очень крупные; они содержат более 500 различных атомов.

Химические процессы

Химические процессы – это соединение, разделение и пересоединение атомов.

40. Физика слипания атомов и молекул

Атомы и молекулы слипаются своими петлями и жёлобами; петли слипаются с петлями, жёлобы – с жёлобами. Между собой петли и жёлобы не слипаются.

У петель и жёлобов присасывающей является одна сторона; другая сторона – отталкивающая. Атомы и молекулы слипаются своими присасывающими сторонами.

Слипание вызывается взаимным тяготением, но это тяготение не является притяжением (физического притяжения в Природе нет). Не объекты притягиваются друг к другу, а эфирная среда вытесняет их навстречу друг к другу.

Механизм вытеснения – един для всех сред (в том числе и для физического эфира) и для всех объектов.

Так вода вытесняет лёгкие предметы (например деревянные), и они всплывают. Воздух вытесняет воздушный шар, и он поднимается вверх. Все предметы вытесняются эфиром вниз, и они падают на землю.

Направление вытеснения определяется уклоном давления: у воды и воздуха уклон давления направлен вверх; у эфира – вниз. Это означает, что у воды и воздуха с высотой удельное давление уменьшается, а у эфира, наоборот, - увеличивается.

Тяготение является следствием всеобщего закона Природы – **пустота вытесняется под уклон давления среды.**

Усилие вытеснения F определяется уклоном удельного давления среды u и объёмом пустоты g :

$$F = u * g$$

Средою для тяготеющих петель и жёлобов является эфир. Его удельное давление вблизи петель и жёлобов изменяется в широких пределах, и чем ближе к ним, тем оно становится меньше. Таким образом, уклон давления направлен к присасывающим сторонам петель и жёлобов.

Этот уклон распространяется от петель и жёлобов на близкое расстояние, составляющее нанометры.

Основная пустота атомов создаётся их вихревыми движениями и находится внутри их торовихревых шнуров.

Дополнительная пустота создаётся пришнуровыми движениями эфира, возбуждаемыми торовыми вихрями.

На обратных сторонах петель и жёлобов встречные колебания эфирных шариков, прилегающих к вихревым шнурам, вызывают лобовые столкновения и, как результат, взаимное отталкивание. Поэтому обратные стороны петель и жёлобов – отталкивающие.

41. Факторы, способствующие слипанию

Основным фактором, способствующим слипанию атомов, является их сближение. Усилие слипания становится существенным только на близких расстояниях – не далее нескольких нанометров (нанометр составляет одну миллионную долю миллиметра).

Наиболее подходящим состоянием веществ, в котором атомы и молекулы должны соединяться между собой, является жидкое состояние. В этом случае слипающиеся частицы имеют возможность не только входить в непосредственный контакт, но и изменять свою ориентацию для подстраивания друг к другу.

Не столь удобным сочетанием агрегатностей являются жидкость и порошок твёрдых веществ.

Ещё более неудобными являются чисто порошковые смеси.

Чтобы сталкивались между собой атомы и молекулы жидких, полужидких и порошковых смесей, необходимо эти смеси постоянно перемешивать.

Некоторые атомы и молекулы имеют неудобные формы элементов слипания, например изогнутые жёлобы. Чтобы их сблизить до полного смыкания, необходимо прежде устранить такое неудобство. Сделать это можно разными способами.

В химии с этой целью чаще всего используется нагрев. Тепловые (струнные) колебания способны раскрывать полузакрытые петли и жёлобы.

Нагрев – второй фактор, способствующий слипанию атомов и молекул.

В некоторых случаях для создания более плотного прилегания слипающихся частиц друг к другу – на них надавливают.

Давление – ещё один фактор слипания.

Особое значение давление приобретает тогда, когда требуется сблизать атомы и молекулы, находящиеся в газообразном состоянии.

Их удалённость друг от друга в нормальных условиях превышает размеры зон тяготения. И только давлением их можно сблизить.

Подобно давлению оказывают воздействие на слипающиеся частицы – накатывающиеся волны видимого и невидимого света.

Слипанию атомов и молекул могут мешать находящиеся на жёлобах электроны. Если их удалять электрическими способами, соединение частиц ускорится.

42. Разъединение слипшихся атомов

Ещё одним видом химических процессов, кроме слипания атомов, является их разъединение, когда от молекул отрываются отдельные атомы.

Иногда от молекул (от сложных молекул) отрываются не одиночные атомы, а группы их, то есть мелкие молекулы.

Разъединение атомов осуществляется, в основном, следующими способами:

- * тепловыми колебаниями;
- * электронными клиньями;
- * жёстким излучением;
- * механическим дроблением молекул.

Тепловыми колебаниями можно разрушить любую молекулу. При очень большом нагреве (при очень высокой температуре) все сложные вещества переходят в состояние плазмы, когда разъединяются не только все атомы, но и ослабляются внутриатомные связи.

Рассмотрим, для примера, такую молекулу, атомы которой слипаются между собой петлями. Этой молекулой могла быть молекула аммиака NH_3 . Все три атома водорода H в ней присоединены к отдельным трём петлям атома азота N .

На вихревых шнурах атомов водорода и петель атома азота выделяются участки, которые колеблются как струны (это и есть тепловые колебания). В нормальных условиях (при комнатной температуре) размах этих струнных колебаний не велик, и они не разрывают слипшиеся атомы.

С повышением температуры размах колебаний увеличивается и слипание ослабляется. При достижении порогового значения размаха струнных колебаний преодолеваются усилия слипания и атомы расходятся.

То же самое происходит и с жёлобовыми соединениями атомов.

Слипшиеся атомы могут разъединяться также электронными клиньями.

Электроны могут разъединять только слипшиеся жёлобы; на слипшиеся петли они никак воздействовать не могут.

Все молекулы облеплены электронами; прилипают они к свободным участкам жёлобов.

Есть электроны и в пространствах между молекулами.

Пока давление электронов друг на друга невысокое, они мирно уживаются с молекулами. Это объясняется тем, что усилия слипания жёлобов между собой больше усилий прилипания к ним электронов.

Равновесие нарушается тогда, когда создаётся избыточное давление электронов, например во время электрических разрядов. Электроны вклиниваются между слипшимися жёлобами и разъединяют их. Так отделяются одни атомы от других.

Избыток давления электронов может возникать и без электрических разрядов, создаваемых внешними электрическими источниками. Такое может происходить в сложных химических процессах, когда вновь слипающиеся атомы выдавливают со своих жёлобов находящиеся на них электроны и те образуют блуждающие группы с местной повышенной их плотностью. Как только эти блуждающие группы входят в контакт со слабо слипшимися жёлобами, они разъединяют их, действуя как клинья.

Подобное происходит, в частности, при растворении веществ.

Ещё одним способом разъединения слипшихся атомов является разрушение молекул жёстким излучением.

К жёстким излучениям относятся оболочковые и торцовые излучения.

Оболочковые – это рентгеновские излучения. Их волны обладают значительно большей энергией, чем световые волны.

Накатываясь на встречающиеся на их пути слипшиеся жёлобы, они жёстко ударяют по ним и разъединяют их.

Торцовые излучения возникают при распадах атомов. Их волны обладают ещё большей энергией. Они способны не только разъединять слипшиеся атомы, но и разрывать их вихревые шнуры. Торцовые излучения называют ещё гамма-излучением.

Можно отметить ещё механическое дробление молекул. Оно возникает, в частности, при продавливании крупных молекул через узкие щели.

В качестве примера можно привести постепенное превращение машинных масел, имеющих крупные органические молекулы, в лёгкие фракции – керосин, бензин – с мелкими молекулами.

43. Перераспределение электронов при разъединении атомов

Свободные жёлобы молекул в нормальных условиях заполнены электронами. Их нет только на слипшихся участках жёлобов.

При разъединении атомов (допустим, тепловым способом) слипшиеся жёлобы расходятся и на них возникает недостаток электронов.

Этот недостаток – не одинаковый у разделившихся атомов. Он зависит от соотношения длины слипшегося участка и общей длины жёлоба. Слипшиеся участки у соединённых атомов, разумеется, – одинаковые, но полные длины слипшихся жёлобов – разные.

В качестве примера рассмотрим процесс разделения хлороводорода Cl_2Hm на хлор Cl_2 и водород Hm , причём это разделение пусть происходит либо при высоком нагреве, либо в результате замещения водорода металлами.

У молекулы водорода Hm жёлоб - контурный. На нём могут располагаться сотни электронов, допустим 200.

У молекулы хлора Cl_2 открытый жёлоб – намного короче. На нём могут сосредоточиться в нормальных условиях, допустим, 100 электронов.

На участке слипания молекул хлора и водорода могли бы разместиться, допустим, 40 электронов.

При разделении у обеих молекул в сумме будет недоставать 80 электронов, и по отдельности, казалось бы, - по 40 электронов.

Но на самом деле недостаток электронов у них окажется разным.

При разъединении молекулы Cl_2Hm электроны распределятся между Cl_2 и Hm таким образом, что плотность электронов на них окажется одинаковой (при любой неодинаковой плотности электроны будут перетекать с одного жёлоба на другой и выравнивать её).

Одинаковой будет и разреженность электронов. Она определится отношением недостающих электронов к полной длине открытого жёлоба.

Обозначим через n число недостающих электронов у Cl_2 после отделения этой молекулы от молекулы хлороводорода. Разреженность электронов у этой молекулы определится как $n/100$.

У молекулы водорода недостаток электронов составит $(80 - n)$, и разреженность на ней будет равна $(80 - n)/200$.

Обе разреженности – одинаковы: $n/100 = (80 - n)/200$.

Отсюда находим, что недостаток электронов у молекулы хлора составит $n = 27$ электронов, а у молекулы водорода – $(80-27) = 53$ электрона.

Если будет происходить насыщение электронами обеих молекул, то для электрической нейтрализации молекулы водорода потребуется на $(53 - 27) = 26$ электронов больше, чем для молекулы хлора.

В общем случае для насыщения электронами разделённых атомов больше всего электронов требуют металлы, а среди них – калий, натрий, кальций. Это и понятно: у атомов металлов открытые жёлобы – контурные, то есть охватывающие атомы вкруговую, и они – более длинные, чем у неметаллов.

Значительно короче открытые жёлобы – у атомов фтора и кислорода, а у атомов азота (как и у атома водорода), можно считать, их совсем нет.

Перераспределение электронов между атомами при их разделении оказывает существенное влияние на ход всех химических процессов.

При слипании атомов и молекул электроны выдавливаются с участков слипания и распределяются в первый момент по оставшимся участкам жёлобов. И в таких случаях наибольшее количество электронов выдавливается на более длинные жёлобы, то есть на атомы металлов. Впоследствии выдавленные избыточные электроны рассосредотачиваются по округе.

Если рассматривать самые начальные моменты отрыва атомов и молекул, то можно заметить, что процесс изменения электронных потенциалов – обратный.

Допустим, что при разъединении молекулы хлороводорода электроны не перераспределяются между Cl_2 и Hm , и на каждой из них окажутся недостающими по 40 электронов.

Понижение электронных потенциалов в таком случае характеризовалось бы следующими отношениями:

$$\text{у хлора} - (40/100) = 0,4;$$

$$\text{у водорода} - (40/200) = 0,2.$$

Это говорит о том, что в начальный момент отрыва электроны со свободных участков жёлобов устремляются в первую очередь на вскрывающийся участок молекулы хлора и затем только на такой же участок молекулы водорода.

Такую особенность тянуть электроны на себя в начальные моменты разъединения атомов можно назвать потенциалом разъединения.

Все простые вещества можно расположить по степени убывания этого потенциала разъединения в следующий условный ряд: F O N Cl Br S I C Se P Hm
B Si Cu Fe Zn Al Mg Li Ca Na K.

Следует учесть, что при испарении атомов и молекул их сильно колеблющиеся участки вихревых шнуров способны чисто механически сбрасывать с себя электроны и изменять таким образом свои электронные потенциалы.

44. Пересоединение атомов и молекул

Кроме простых химических процессов слипания и разъединения атомов и молекул, возможно пересоединение атомов, в частности замещение одних из них другими.

Замещение происходит тогда, когда более прочное жёлобовое соединение вытесняет менее прочное.

Рассмотрим несколько примеров; скобками обозначим присасывающие жёлобы.

Магний (Mg) соединяется с хлором Cl_2 (более прочными связями, чем молекулярный водород (Hm); поэтому он способен вытеснить водород из хлороводорода Cl_2 (Hm и образовать хлористый магний Cl_2 (Mg).

Подобным образом атомы цинка (Zn) могут замещать молекулы водорода (Hm) в молекулах серной кислоты SO_3 (O(Hm и образовывать сернокислый цинк SO_3 (O(Zn).

Похожее явление наблюдается и при обмене атомами и молекулами.

Если смешать растворы гидроксида калия $O(K_2)(O(Hm$ и хлористого аммония $(NH_3)Cl_2(Hm$, то произойдут следующие пересоединения. Калий перейдет к хлору и создаст с ним более прочное соединение – хлористый калий $(K)Cl_2(K)$, а освобожденные кислород O и водород Hm объединятся в воду $O(Hm$.

При соприкосновении нитрата натрия $N_2O_4(Na_2)$ с хлористым водородом $)Cl_2(Hm$ натрий покидает нитрат и прилипает к хлору, образуя хлористый натрий (поваренную соль) $(Na)Cl_2(Na)$, а вытесненный водород перепрыгивает к оксиду азота – $N_2O_4(Hm$.

Но и хлористый натрий $(Na)Cl_2(Na)$ нельзя считать очень прочным, устойчивым соединением. Когда он соприкасается с нитратом серебра $N_2O_5(O(Ag_2)$, то его натрий отрывается от хлора и замещает серебро в нитрате: $N_2O_5(O(Na_2)$, а вытесненная молекула серебра переключивается к хлору: $(Ag)Cl_2(Ag)$. Вновь образованные соединения оказываются более прочными, чем исходные.

Возможно и простое перескакивание атомов и молекул с одних соединений на другие. Точнее сказать, в таких случаях происходит перетягивание отдельных атомов и молекул на более прочные места.

Так бром Br_2 отрывает водород от сероводорода $S(Hm$ и присоединяет его к себе: $Br_2(Hm$. Алюминий при нагреве совместно с оксидом железа $O_3(Fe_2)$ вытесняет из него железо и образует свой оксид $O_3(Al_2)$.

45. Энергетика химических процессов

Вообразим, что мы разрываем молекулу воды $O(Hm$, то есть отрывает молекулу водорода Hm от атома кислорода O .

В начале отрыва усилие отрыва будет большим, но по мере удаления водорода от кислорода оно будет уменьшаться, и на расстоянии в несколько нанометров исчезнет совсем.

Значит, для того, чтобы оторвать и удалить молекулу водорода на «безопасное» расстояние, необходимо затратить определённую энергию.

Итак, слипание атомов характеризуется усилием слипания, а полный отрыв характеризуется энергией отрыва.

Надо полагать, что при обратном процессе, то есть при соединении атомов и молекул, энергия будет выделяться.

Первым важным выводом из сказанного является такой: при соединении атомов и молекул энергия выделяется, а при разъединении их – затрачивается;

Напрашивается и второй вывод: сколько энергии выделяется при слипании атомов и молекул, столько же затрачивается при их разъединении.

Можно указать и физические зависимости, определяющие усилия слипания и энергию соединения (разъединения).

Усилие слипания F равно произведению уклона эфирного давления u на объём притягиваемой пустоты g :

$$F = u * g$$

А энергия соединения E определяется как произведение перепада эфирного давления p на изменение объёма притягиваемой пустоты V :

$$E = p * V$$

Уточним указанные физические величины.

Внутри вихревого шнура эфирное давление равно нулю; возле шнура – несколько больше, и по мере удаления от него круто возрастает и достигает своего наибольшего значения, равного порядка 10^{24} уд, уже на расстоянии в несколько нанометров от него.

Перепад эфирного давления p определяется как разность давлений между наибольшим значением и тем, какое есть вблизи вихревого шнура (у его оболочки).

Уклон давления (его среднее значение) вычисляется как отношение перепада давлений p к расстоянию между точками замера l : $u = p/l$.

Объём притягиваемой пустоты g , в частности молекулы водорода, складывается из внутреннего объёма торовых вихрей и той пустотой, которая возникает в окрестностях вихрей в результате возмущения прилегающего эфира.

Изменение объёма притягиваемой пустоты V происходит за счёт изменения пустоты в окрестностях вихревых шнуров. При соединении петель и жёлобов эта пустота (со стороны слипания) уменьшается, а при разъединении увеличивается.

Выявляя энергетику конкретного сложного химического процесса, необходимо сначала разложить его на элементарные составляющие и уж потом определять энергетику каждого элементарного процесса в отдельности.

Рассмотрим в качестве примера разложение тринитрата глицерина $(C_6H_{10})(N_2O_4)(O)_6$ на несколько отдельных веществ. Разложение это происходит со взрывом, то есть с большим выделением энергии.

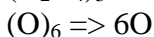
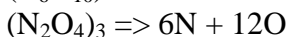
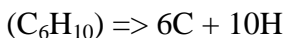
В общем виде этот процесс выглядит как



В формуле глицерина $(O)_6$ означает, что 6 атомов кислорода распределены в молекуле по отдельности.

Процесс разложения идёт в зоне взрывной волны.

Сначала эта волна дробит все входящие в глицерин мелкие молекулы до атомарного состояния:



Эти элементарные процессы требуют расходов энергии, но они значительно меньше тех энергий, которые выделяются потом, на втором этапе превращений, когда образуются углекислый газ CO_2 , молекулярный азот N_2 , вода OHm и молекулярный кислород O_2 .

Поэтому правильнее было бы говорить не о разложении тринитрата глицерина, а о его химическом превращении в другие состояния.

46. Ускорение и замедление химических процессов

Большое влияние на ход химического процесса оказывает присутствие в нём посторонних веществ. Это – и стенки сосуда, в котором идёт процесс, и воздушная среда процесса, и специальные вещества, введённые в процесс и призванные воздействовать на его ход.

Те посторонние вещества, которые способствуют химическому процессу, называются катализаторами; которые тормозят процесс – ингибиторами.

Рассмотрим механизмы воздействия тех и других.

В основе этих механизмов лежат такие явления, как резонанс тепловых колебаний, деформация атомов и молекул и изменение электрического состояния.

Начнём с резонанса. Слипшиеся участки жёлобов разных атомов колеблются. Если эти колебания раскачивать, то есть вводить их в резонанс, то это ускорит разрыв связей слипшихся участков и разделение атомов.

Раскачивать тепловые колебания можно бесконтактными и контактными способами.

Бесконтактный способ осуществляется с помощью света, видимого и невидимого.

Так хлорид серебра $\text{Cl}_2(\text{Ag})$ и бромид серебра $\text{Br}(\text{Ag})$ разлагаются под воздействием света с выделением серебра Ag в чистом виде. На этом основана химическая фотография.

Вещества, породившие в данном случае свет, можно считать ускорителями (катализаторами).

При контактном способе колеблющиеся атомы ускорителя соприкасаются со слипшимися участками разделяемых атомов и молекул и раскачивают их в резонансе до полного разрыва. Это равносильно повышению температуры разделяемых частиц.

Пример. Бертолетова соль $(\text{K})\text{Cl}_2(\text{K})(\text{O})_6$ распадается на хлорид калия $(\text{K})\text{Cl}_2(\text{K})$ и чистый кислород O_2 при температуре 400 градусов. Но если молекулы бертолетовой соли соприкасаются с молекулами оксида марганца $\text{O}_2(\text{Mg})$, то указанный распад происходит уже при температуре 200 градусов. Оксид марганца в данном примере играет роль ускорителя (катализатора).

Когда требуется не распад молекул, а соединение атомов в молекулы (то есть обратный процесс), используется явление деформации элементов слипания.

Допустим, в обычном виде присасывающий жёлоб атома (или молекулы) – не удобен для слипания. Его можно сделать более удобным, если атом присоединить предварительно обратной стороной к атому (молекуле) катализатора.

Пример. В свободном виде и при нормальных условиях присасывающий жёлоб сернистого газа $S(O_2)$ (круто изогнут и неудобен для слипания с дополнительным атомом кислорода (O). Если же молекула сернистого газа столкнётся с молекулой оксида ванадия $O_5(V_2)$ и прилипнет к ней своей серной стороной хотя бы на мгновение, вогнутый его жёлоб раскроется и к нему прилипнет дополнительный атом кислорода; возникнет триоксид серы $S(O_2)(O)$.

Данный химический процесс идёт при температуре 500 градусов. При таком нагреве молекулы атмосферного кислорода O_2 распадаются на атомы, а вновь образованные молекулы триоксида серы легко отрываются от оксида ванадия.

Оксид ванадия выступает в данном случае как ускоритель.

Ускоряющее (каталитическое) влияние на ход химического процесса электричества особенно выразительно при растворении веществ. В качестве ускорителей в таких случаях выступают растворители.

Сначала молекулы растворителя прилипают к поверхностным молекулам растворимого вещества и выдавливают с них электроны. На втором этапе выдавленные электроны внедряются между молекулами растворимого вещества и, как клин, разрывают их взаимные связи.

В результате растворимое вещество оказывается раздробленным на молекулы.

Механизмы замедлителей (ингибиторов), тормозящих химический процесс, - те же самые, только цели у них противоположные. Так свет, тепловые колебания и электроны, действуя в своём стиле, могут тормозить те химические процессы, в которых молекулы должны объединяться.

47. Ферменты

Органические ускорители белковой природы называются ферментами.

Их функции шире, чем у простых катализаторов. Одни из ферментов дробят крупные органические молекулы продуктов питания на составные части, другие выстраивают из составных частей более сложные молекулы растительных и животных клеток.

Механизмы ферментов в основном такие же, как и у катализаторов. Дробление молекул осуществляется либо электрическим клином, либо в режиме резонанса тепловых колебаний элементов слипания.

Сложнее выглядит только процесс формирования крупных молекул из составных частей. Простые катализаторы притягивают в таких случаях отдельные атомы и мелкие молекулы и деформируют их в отдельности, раскрывая таким образом их присасывающие элементы и делая их более удобными для слипания.

Ферменты делают то же самое, но только одновременно для целого ряда атомов и мелких молекул и в строгой их последовательности.

После того, как создаваемая сложная молекула построена, она легко отделяется от фермента.

Молекула глюкозы, например, состоит из шести атомов углерода и шести молекул воды: $C_6(OH)_6$. Казалось бы, достаточно залить порошок углерод (сажу) водой, и глюкоза получится.

Оказывается, этого – недостаточно; сажа даже не смачивается водой. И только тогда, когда шесть атомов углерода с помощью фермента будут собраны в шестилепестковую розетку и на эту розетку с помощью того же фермента будут уложены шесть молекул воды, только тогда может образоваться молекула глюкозы.

Способствуют скреплению углеродной розетки с молекулами воды – световые волны и относительно высокая температура.

48. Живые клетки

В живых организмах (в растительных и животных) идут непрерывные упорядоченные химические процессы. В общем случае они – намного сложнее тех, которые проводятся в химических лабораториях.

Живые клетки выполняют две функции: они транспортируют водные растворы питательных веществ и формируют из них новые органические соединения.

Транспорт веществ – отличительная особенность живых клеток.

Рассмотрим – чем отличается живая ветка дерева от погибшей, засохшей.

В живом виде через ветку к листьям постоянно поставляются питательные вещества. Направление движения этих веществ определяется перепадом давлений: корни нагнетают растворы, а листья отсасывают их. Пониженное давление питательных веществ в листьях возникает в результате испарения части из них и усвоения – остальной части.

На зиму, как известно, дерево засыпает. Это означает, что его ветви перестают транспортировать растворы питательных веществ. Однако при этом никаких химических процессов, нарушающих транспортную способность ветвей, не происходит: химические превращения либо прекращаются совсем, либо сокращаются до минимума.

Весной дерево просыпается, и транспорт веществ восстанавливается.

Если по какой-либо причине в летнее, тёплое время прекратится движение веществ в ветке, то в ней станут происходить совсем другие химические процессы; выражаются они в том, что ветка начнёт засыхать.

Существует предел этих иных химических превращений; за ним возобновление транспортных способностей ветки становится уже невозможным. Это, своего рода, - точка невозврата.

49. Обратимые и необратимые химические процессы

Простейшим примером обратимого химического процесса является растворение-кристаллизация сахара. При насыщении сахара водой его молекулы разъединяются и уходят в раствор, а при выпаривании, наоборот, вода испаряется и молекулы сахара слипаются снова в кристаллы.

Состояние сахарного раствора определяется наличием воды: при добавлении воды происходит дополнительное растворение сахара, а при удалении воды (при высушивании) растут его кристаллы.

Тот же сахар может участвовать и в необратимых процессах. Так при его прокаливании он распадается на воду и чистый углерод, но обратно сами собой вода и углерод не соединяются и сахар не образуется.

подавляющая часть всех химических процессов – обратимые.

Строго говоря, даже распад прокаливаемого сахара на воду и углерод можно считать частью обратимого процесса; ведь при определённых условиях внутри сахаробразующих растений те же углерод и вода соединяются вновь и превращаются в молекулы сахара.

Необратимым химический процесс может стать тогда, когда некоторые его компоненты удаляются из рабочей зоны, либо испаряясь, либо выпадая в виде твёрдого, нерастворимого осадка.

При соединении сульфида алюминия $S_3(Al_2)$ с водой $O(Hm)$ образуется выпадающий в осадок гидроксид алюминия $O_3(Al_2)(OHm)_3$ и газообразный сероводород $S(Hm)$; сероводород – улетучивается.

Обратимые химические процессы характеризуются состоянием равновесия, когда процессы (и прямой и обратный) практически останавливаются. В этих процессах трудно даже выделить, какой процесс – прямой, а какой – обратный; они – равноправны.

Состояние равновесия определяется концентрацией веществ и температурой.

При растворении сахара состояние равновесия, например, определяется в основном концентрацией: чем больше воды, тем больше сахара растворится.

Но в то же время, на состояние равновесия оказывает влияние и температура: при её повышении растворимость сахара повышается.

Взаимные превращения оксида серы SO_2 (сернистого газа) и триоксида серы SO_3 (серного ангидрида) зависят в основном от температуры. Процесс взаимного превращения идёт в интервале температур от 450 градусов до 500 (и в присутствии катализатора).

Состояние равновесия удерживается на рубеже 500 градусов. До этой температуры сернистый газ SO_2 соединяется с кислородом O_2 и превращается в серный ангидрид SO_3 . А при превышении этого температурного рубежа, наоборот, серный ангидрид разлагается на сернистый газ и кислород.

В данном случае (да и во всех обратимых процессах) состояние равновесия удерживается само собой, автоматически.

Соединение сернистого газа с кислородом идёт с выделением тепла, и смесь нагревается. Если её не охлаждать, то со временем температура подымается до 500 градусов и устанавливается равновесие.

Другой пример обратимой реакции с состоянием равновесия, зависящим от температуры: оксид кальция $O(Ca)$ может соединяться с углекислым газом CO_2 и образовывать карбонат кальция $O(Ca)(CO_2)$.

При соединении исходных компонентов выделяется тепло. В ходе указанного процесса температура повышается настолько, что начинается распад карбоната кальция на исходные компоненты.

Таким образом автоматически устанавливается состояние равновесия, когда количество соединяющихся компонентов окажется равным тем, что образуются в результате распада.

50. Цепные химические процессы

Принято считать, что одним из признаков цепных процессов является взрыв.

Да; в большинстве случаев так оно и есть, но взрыв всё же не может рассматриваться как основной признак цепных процессов.

Горение бикфордова шнура, например, на взрыв никак не похоже, тем не менее это и есть самый настоящий цепной химический процесс.

С другой стороны, вспышка распылённого дизельного топлива в цилиндрах автомобильного двигателя происходит настолько быстро (менее чем за сотую долю секунды), что может восприниматься как взрыв, но этот взрыв нельзя считать цепным процессом.

Чем же характерен цепной химический процесс?

У него – два отличия.

Первое. В таком процессе происходит превращение сложного вещества из одного состояния в другое, причём без соединения или обмена с другими веществами. Иначе говоря, вещество, способное входить в цепной процесс, - самодостаточное.

Второе. Цепной характер процесса выражается в том, что химические превращения в одной точке такого вещества порождают подобные превращения в соседних молекулах; те, в свою очередь, воздействуют на следующие молекулы; и так процесс становится бегущим с явно выраженным фронтом распространения.

Все цепные химические процессы – необратимые.

Зарождается цепной процесс с первоначального толчка. Им может быть химическая искра (например от спички), электрическая искра, ударная искра (например при ударе камнем по металлу), жёсткое излучение, - в общем всё то, что приводит к цепному химическому превращению хотя бы в одной точке.

Во взрывном процессе первоначальный толчок вызывает детонацию.

Примеры.

Типичным примером цепного процесса является горение так называемого чёрного пороха. Он представляет собой смесь нитрата калия $N_2O_5(O(K_2))$ с серой S и углеродом C .

В результате полноценного горения образуются нитрит калия $N_2O_4(O(K_2))$, оксид серы (сернистый газ) $S(O_2)$ и углекислый газ CO_2 .

Цепной характер горения чёрного пороха выражается в том, что, во-первых, оно не нуждается в присутствии посторонних веществ (например атмосферного кислорода), и во-вторых, идёт фронтом.

В закрытом помещении, за счёт роста давления и температуры во фронте, горение резко ускоряется и превращается во взрыв.

Побочными продуктами горения в этом случае оказываются сернокислый калий $S(O_2(O(O(K_2)))$, карбонат калия $CO_2(O(K_2))$, угарный газ CO , сернистый калий $(K)S(K)$ и другие вещества. Часть углерода во время взрыва не успевает соединиться с кислородом и остаётся в виде сажи; она-то и породила название пороха – чёрный.

Цепным является также химический процесс разложения тринитрата глицерина на углекислый газ, воду и на молекулярные азот и кислород.

Газовые смеси, такие как кислородно-водородная ($O_2 + H_2$), метано-кислородная ($H_2CH_2 + O_2$) и другие, в нормальных условиях образуют соединения (в основном – воду и углекислый газ), равномерно распределённые по всему своему объёму; скорость этих превращений – незначительная.

Но стоит только появиться искре, как происходит цепной процесс в форме взрыва. Искра порождает фронт, в котором под влиянием давления и температуры резко ускоряется распад исходных веществ и возникновение производных. Фронт стремительно распространяется по всему объёму смесей.

51. Формулы химических процессов

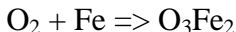
Химические процессы чаще всего изображают в виде формул.

Реально взаимодействующие вещества выглядят как смесь исходных компонентов с продуктами химического процесса.

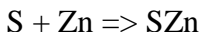
В формулах процессов их разделяют: исходные компоненты располагают в левой части формулы, а продукты – в правой.

Между собой исходные компоненты соединяют знаком (+), а переход к продуктам – знаком (\Rightarrow).

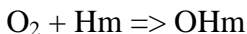
Соединение кислорода с железом образует оксид железа; формула этого процесса изображается так:



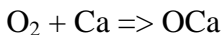
Соединение серы с цинком образует сернистый цинк:



Соединение кислорода с молекулярным водородом образует воду:

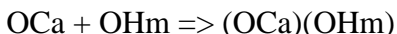


Соединение кислорода с кальцием образует оксид кальция:



В качестве исходных компонентов могут быть представлены молекулы.

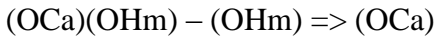
Соединение оксида кальция с водой образует гидроксид кальция:



Оксид кальция известен как негашёная известь, а гидроксид кальция – как гашёная известь.

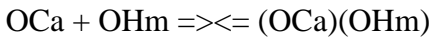
Если в ходе химического процесса происходит не соединение исходных компонентов, а их разделение, то это разделение указывается знаком (-).

При прокаливании гашёной извести $(\text{OCa})(\text{OHm})$ из неё выпаривается вода (OHm) и остаётся негашёная известь (OCa) :

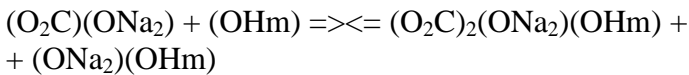


В обратимых химических процессах левая и правая части формулы соединяются знаком ($\Rightarrow\Leftarrow$).

Указанные процессы образования гашёной извести и её распада можно отобразить в виде



Другой пример обратимого процесса:



Здесь:

$(\text{O}_2\text{C})(\text{ONa}_2)$ – карбонат натрия;

(OHm) – вода;

$(\text{O}_2\text{C})_2(\text{ONa}_2)(\text{OHm})$ – гидрокарбонат натрия (питьевая сода);

$(\text{ONa}_2)(\text{OHm})$ – гидроксид натрия (едкий натр).

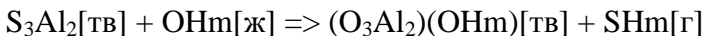
Пояснения к химическим процессам указывают в квадратных скобках.

В них может быть отражено состояние веществ:

словами: [твёрдое], [жидкое], [газ];

в сокращениях: [тв], [ж], [г].

Например:



Это означает, что при взаимодействии твёрдого [тв] сернистого алюминия S_3Al_2 с жидкой [ж] водой OHm выпадает в твёрдый осадок [тв] гидроксид алюминия $(\text{O}_3\text{Al}_2)(\text{OHm})$ и улетучивается газообразный [г] сероводород SHm .

В пояснениях к химическим процессам могут быть указаны условия этих процессов, например катализаторы, температура и давление.

Железо соединяется с кислородом в присутствии воды; вода в данном случае выступает в роли катализатора:



или сокращённо:



ещё короче:



Сернистый газ SO_2 может превращаться в триоксид серы SO_3 при температуре 450 градусов и при наличии катализатора – оксида ванадия O_5V_2 :



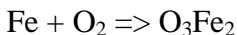
Этот процесс – обратим; поэтому его можно представить как



52. Уравнения химических процессов

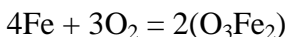
Чаще всего формулы химических процессов представляют в виде уравнений. В уравнении химического процесса обязательно должно быть согласовано количество атомов в его левой и правой частях.

В формуле



в левой части – один атом железа, а в правой части – два атома; кислород: в левой части – два атома, а в правой – три.

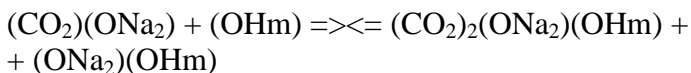
После согласования – получим:



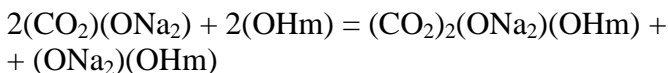
Теперь и в левой части уравнения и в правой – по четыре атома железа и по шесть атомов кислорода.

Следует обратить внимание на то, что количество атомов в молекуле проставляется в виде индекса (например O_2 , O_3Fe_2), а количество отдельных атомов и молекул – как коэффициент, например 4Fe , 3O_2 , $2(\text{O}_3\text{Fe}_2)$.

Попробуем представить в виде уравнения следующую формулу



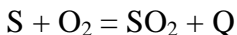
Она примет вид



В этом уравнении цифру 2 перед $(\text{CO}_2)(\text{ONa}_2)$ следует рассматривать как коэффициент обеих выделенных скобками молекул, то есть как $2(\text{CO}_2)2(\text{ONa}_2)$. А выражение $(\text{CO}_2)_2$ в правой части уравнения следует понимать как удвоенную молекулу углекислого газа, входящую составной частью в более крупную молекулу $(\text{CO}_2)_2(\text{ONa}_2)(\text{OHm})$.

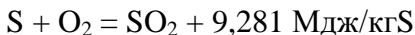
Уравнения веществ могут дополняться выделяемой или поглощаемой энергией.

При сгорании распылённой серы S в избытке воздуха (при наличии достаточного количества в нём кислорода) образуется сернистый газ SO₂ и выделяется большое количество тепла Q:

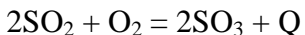


В пересчёте на килограмм сгоревшей серы выделяется 9,281 мегадвижей тепловой энергии.

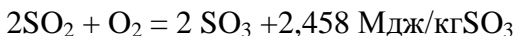
С учётом этого тепла уравнение примет вид



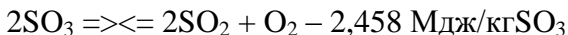
Сернистый газ SO₂ в присутствии катализатора соединяется с кислородом и образует триоксид серы SO₃. Этот процесс также идёт с выделением тепла:



В пересчёте на килограмм полученного триоксида серы выделяется 2,458 мегадвижей тепловой энергии:

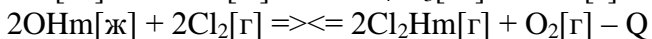
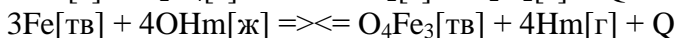
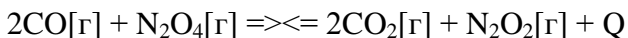


Этот процесс – обратим; следовательно, данное уравнение можно представить как



Чаще всего в уравнениях конкретные значения тепловой энергии не указывают, а обозначают только либо выделение тепла – (+Q), либо поглощение его – (-Q).

Примеры.



53. Весовые уравнения химических процессов

В практической химии приходится иметь дело не с отдельными атомами и молекулами, а с весом и объёмом используемых компонентов и получаемых продуктов. Точнее сказать, приходится дело иметь не с весом и объёмом веществ, а с их весовыми и объёмными соотношениями.

Рассмотрим для примера такой химический процесс как получение обычного, оконного стекла. Его варят в особых стекловарных печах из смеси песка (SiO_2), известняка (негашёной извести) (OCa) и соды $(\text{ONa}_2)(\text{CO}_2)$.

Формула стекла (то есть соотношение молекул) – такая: $(\text{ONa}_2)(\text{OCa})(\text{SiO}_2)_6$.

Зададимся вопросом: сколько песка, известняка и соды нужно загрузить в стекловарную печь, чтобы получить, допустим, 100 килограммов оконного стекла?

Сначала выпишем из таблицы веса (в кг) всех атомов, входящих в формулу стекла:

$$\text{Na} = 3,86 \cdot 10^{-26}; \text{O} = 2,69 \cdot 10^{-26}; \text{C} = 2,01 \cdot 10^{-26}; \text{Ca} = 6,73 \cdot 10^{-26}; \text{Si} = 4,72 \cdot 10^{-26}.$$

Вычислим веса (в кг) всех входящих молекул:

$$(\text{ONa}_2) = 10,41 \cdot 10^{-26}; (\text{CO}_2) = 7,39 \cdot 10^{-26}; (\text{ONa}_2)(\text{CO}_2) = 17,80 \cdot 10^{-26}; (\text{OCa}) = 9,42 \cdot 10^{-26}; (\text{SiO}_2) = 10,10 \cdot 10^{-26}.$$

Определим вес (в кг) молекулы стекла:

$$\begin{aligned} & (\text{ONa}_2)(\text{OCa})(\text{SiO}_2)_6 = \\ & = 10,41 \cdot 10^{-26} + 9,42 \cdot 10^{-26} + 6 \cdot 10,10 \cdot 10^{-26} = 80,43 \cdot 10^{-26}. \end{aligned}$$

Расчёт весов компонентов стекла можно вести двумя способами.

По первому способу расчёт ведётся через количество молекул.

Определим количество молекул в 100 килограммах стекла. Для этого разделим 100 килограммов на вес одной молекулы стекла:

$$100 / (80,43 \cdot 10^{-26}) = 1,244 \cdot 10^{26} \text{ молекул}$$

В одной молекуле стекла содержатся одна молекула (ONa_2), одна молекула (OCa), и шесть молекул (SiO_2).

Определим – сколько будут весить:

- $1,244 \cdot 10^{26}$ молекул соды:

$$1,244 \cdot 10^{26} (\text{ONa}_2)(\text{CO}_2) = 1,244 \cdot 10^{26} \cdot 17,80 \cdot 10^{-26} = 22,1 \text{ кг}$$

- $1,244 \cdot 10^{26}$ молекул известняка:

$$1,244 \cdot 10^{26} (\text{OCa}) = 1,244 \cdot 10^{26} \cdot 9,42 \cdot 10^{-26} = 11,7 \text{ кг}$$

- $6 \cdot 1,244 \cdot 10^{26}$ молекул песка:

$$6 \cdot 1,244 \cdot 10^{26} (\text{SiO}_2) = 6 \cdot 1,244 \cdot 10^{26} \cdot 10,10 \cdot 10^{-26} = 75,4 \text{ кг}$$

Сделаем проверку, и для этого вычислим предварительно вес $1,244 \cdot 10^{26}$ молекул оксида натрия (ONa_2):

$$1,244 \cdot 10^{26} (\text{ONa}_2) = 1,244 \cdot 10^{26} \cdot 10,41 \cdot 10^{-26} = 12,95 \text{ кг}$$

Сложим компоненты и получим:

$$1,244 \cdot 10^{26} (\text{ONa}_2)(\text{OCa})(\text{SiO}_2)_6 = \\ = 12,95 + 11,72 + 75,39 = 100 \text{ кг}$$

Результат сходится; расчёт выполнен правильно.

Второй способ расчёта основывается на пропорциях.

Требуемый вес соды относится к 100 килограммам стекла, как вес молекулы соды относится к весу молекулы стекла:

$$\text{вес соды} / 100 \text{ кг} = 17,80 \cdot 10^{-26} / 80,43 \cdot 10^{-26}$$

отсюда:

$$\text{вес соды} = (100 \cdot 17,80 \cdot 10^{-26}) / 80,43 \cdot 10^{-26} = 22,1 \text{ кг}$$

$$\text{вес известняка} / 100 \text{ кг} = 9,42 \cdot 10^{-26} / 80,43 \cdot 10^{-26}$$

отсюда:

$$\text{вес известняка} = (100 \cdot 9,42 \cdot 10^{-26}) / 80,43 \cdot 10^{-26} = \\ = 11,7 \text{ кг}$$

$$\text{вес песка} / 100 \text{ кг} = 6 \cdot 10,10 \cdot 10^{-26} / 80,43 \cdot 10^{-26}$$

отсюда:

$$\text{вес песка} = (100 \cdot 6 \cdot 10,10 \cdot 10^{-26}) / 80,43 \cdot 10^{-26} = 75,4 \text{ кг}$$

Результаты совпадают с ранее вычисленными.

Когда в химических процессах используются жидкие и газообразные компоненты, вместо их веса можно принимать их объёмы. Для этого достаточно вес разделить на плотность жидкого или газообразного вещества.

Плотность чистой воды, например, равна 1 кг/литр, и её объём в литрах численно равен её весу в килограммах.

Плотность газообразного хлора при нормальных условиях составляет 3,214 килограмма в одном кубометре. Значит, каждый килограмм хлора занимает объём 0,312 кубического метра.

54. Растворение

В процессе растворения молекулы растворимого вещества разделяются и обволакиваются молекулами растворителя. Так как при этом происходит и разделение молекул и пересоединение их, процесс растворения в полной мере можно считать настоящим химическим процессом.

Рассмотрим процесс растворения более подробно, и в качестве примера – растворение поваренной соли в воде.

Растворение состоит из трёх этапов.

1. Смачивание. На этом этапе молекулы растворителя прилипают к поверхностным молекулам растворимого вещества. Слипание осуществляется жёлобами.

При этом с участков слипания выдавливаются электроны, находившиеся там до слипания. Освободившиеся электроны образуют блуждающие группы. Каждая такая группа может насчитывать десятки и даже сотни электронов.

Блуждающие электроны повышают электронное давление в пространствах между молекулами.

Смачиваемость является обязательным условием растворения веществ. Этим объясняется избирательность растворителей: они способны растворять только те вещества, которые ими смачиваются.

2. Отрыв молекул растворимого вещества. Избыточное электронное давление загоняет блуждающие электроны между молекулами растворимого вещества и разрывает их жёлобовые связи.

Электроны в таких случаях действуют как клин. В результате молекулы растворимого вещества разделяются.

Блуждающие электроны «атакуют» ближайшие слипшиеся участки жёлобов. Поэтому отрываться от растворимого вещества могут не только отдельные молекулы, но и целые куски этого вещества.

Электроны могут прилипать только к жёлобам; к петлям они не прилипают. Следовательно, растворению подвергаются только сложные вещества с жёлобовыми связями.

На металлах блуждающие электроны легко утекают по токопроводящим жёлобам и не создают избыточного давления в виде клина. Поэтому металлы не растворяются.

Среди прочих неэлектропроводных, но смачиваемых сложных веществ встречаются такие, у которых слипание молекул – очень прочное, и блуждающие электроны не способны их разорвать. К таким веществам относятся, в частности, почти все соединения серебра Ag: SAg_2 , Cl_2Ag_2 , Br_2Ag_2 , $(SO_3)(OAg_2)$ и другие. Нерастворим и обычный песок SiO_2 .

Есть и такие сложные вещества, молекулы которых слипаются с разными усилиями, и в раствор из них уходят только слабослипшиеся. Таким веществом является гипс $(SO_3)(OCa)(OHm)_2$.

3. Обволакивание. Молекулы растворителя налипают по нескольку штук на каждую оторванную молекулу растворимого вещества.

Как только все молекулы растворителя оказываются прилипшими, дальнейшее растворение прекращается. Такой раствор называется насыщенным.

В 100 граммах воды OHm при комнатной температуре растворяются 32 грамма поваренной соли Cl_2Na_2 .

Рассчитаем – сколько молекул воды прилипает к молекуле соли.

Сначала определим веса молекул OHm и Cl_2Na_2 :

$$\text{OHm} = 2 \cdot 0,169 \cdot 10^{-26} + 2,69 \cdot 10^{-26} = 3,028 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$\text{Cl}_2\text{Na}_2 = 2 \cdot 3,86 \cdot 10^{-26} + 2 \cdot 5,95 \cdot 10^{-26} = 19,62 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

Затем составим пропорцию (в ней n – количество молекул воды, налипших на одну молекулу соли):

$n \cdot \text{OHm}$ относится к Cl_2Na_2 как 100 грамм воды относятся к 32 граммам соли.

Отсюда определим количество налипших молекул воды:

$$n = (100 \cdot 19,62 \cdot 10^{-26}) / (32 \cdot 3,028 \cdot 10^{-26}) = 20,25 \text{ мол.}$$

Молекулы дробными не бывают. Следовательно, в основном к каждой молекуле поваренной соли при избытке воды и при комнатной температуре прилипает по 20 молекул воды, и только к четверти из них прилипают по 21-ой молекуле.

Таким образом, формула молекулы раствора соли может выглядеть как $(\text{Cl}_2\text{Na}_2)(\text{OHm})_{20}$.

Когда воды не достаточно, количество прилипших её молекул уменьшается.

То же самое происходит при высыхании соли.

И даже тогда, когда имеется избыток воды, но температура её выше комнатной, часть её молекул срывается с молекул соли.

Этим объясняется то, что почти все растворимые вещества лучше растворяются при повышении температуры. Тогда на каждую молекулу растворимого вещества прилипает уже меньше молекул растворителя.

Покажем это на примере калийной селитры $(\text{N}_2\text{O}_5)(\text{OK}_2)$. При температуре 25 градусов в литре воды растворяется 0,2 килограмма селитры, а при температуре 70 градусов – уже 1,6 килограмма.

Рассчитаем – сколько молекул воды прилипает к молекуле селитры при разных температурах.

$$\begin{aligned} \text{Вес молекулы } (\text{N}_2\text{O}_5)(\text{OK}_2) &= \\ &= 2 \cdot 2,35 \cdot 10^{-26} + 5 \cdot 2,69 \cdot 10^{-26} + 2,69 \cdot 10^{-26} + 2 \cdot 6,56 \cdot 10^{-26} = \\ &= 33,96 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \end{aligned}$$

Температура 25 градусов.

Пропорция:

$$\text{вес } n \cdot (\text{OHm}) / \text{вес } (\text{N}_2\text{O}_5)(\text{OK}_2) = 1 \text{ кг воды} / 0,2 \text{ кг селитры}$$

Отсюда:

$$n = (1,0 \cdot 33,96 \cdot 10^{-26}) / (0,2 \cdot 3,028 \cdot 10^{-26}) = 56 \text{ мол.}$$

Формула молекулы раствора селитры - $(\text{N}_2\text{O}_5)(\text{OK}_2)(\text{OHm})_{56}$

Температура 70 градусов.

$$n = (1,0 \cdot 33,96 \cdot 10^{-26}) / (1,6 \cdot 3,028 \cdot 10^{-26}) = 7 \text{ мол.}$$

Формула молекулы раствора селитры - $(\text{N}_2\text{O}_5)(\text{OK}_2)(\text{OHm})_7$

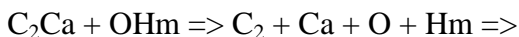
55. Разложение молекул растворителем

Растворители могут не только разделять сложные молекулы, но и разлагать их на более мелкие молекулы и даже на отдельные атомы.

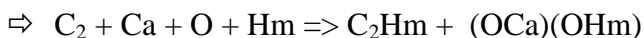
В процессе такого разложения давление блуждающих электронов может возрасти настолько, что они своим электронным клином могут разложить даже молекулы самого растворителя.

В результате в растворе могут появиться осколки разрушенных молекул, которые затем соединяются между собой уже в иных комбинациях.

Приведём несколько примеров подобных химических процессов, и возьмём в качестве растворителя обычную воду. При соединении карбида кальция (C_2Ca) с водой (OHm) оба эти компонента разлагаются на составные части:

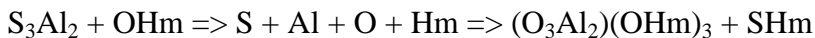


А далее эти составные части комбинируются уже между собой и образуют другие, более прочные соединения – ацетилен (C_2Hm) и гидроксид кальция ($(OCa)(OHm)$):



Ацетилен из раствора улетучивается, и остаётся один гидроксид кальция. Этот процесс оказывается необратимым.

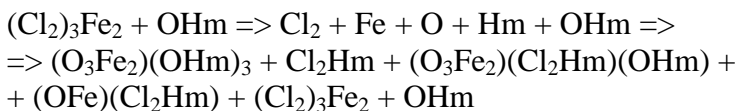
Подобные необратимые превращения происходят при соединении сульфида алюминия (S_3Al_2) с водой (OHm), в результате чего образуются гидроксид алюминия ($(O_3Al_2)(OHm)_3$) и сероводород (SHm):



В некоторых случаях вновь образованные соединения оказываются ненамного прочнее исходных компонентов, и тогда в растворе сохраняются и те и другие.

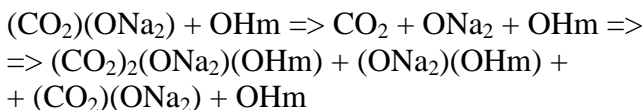
Такое происходит, например, при растворении хлорида железа ($(Cl_2)_3Fe_2$) в воде (OHm), в результате чего в растворе оказываются и эти исходные компоненты и вновь образованные соединения:

гидроксид железа $(O_3Fe_2)(OHm)_3$, дигидроксохлорид железа $(O_3Fe_2)(Cl_2Hm)(OHm)$, гидроксохлорид железа $(OFe)(Cl_2Hm)$ и хлороводород (Cl_2Hm) :



Гидроксид железа (O_3Fe_2) , в свою очередь, представляет собой смесь (OFe) и (O_2Fe) .

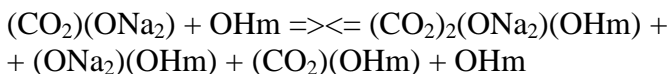
Похожее происходит и с карбонатом натрия $(CO_2)(ONa_2)$ при растворении его в воде:



$(CO_2)_2(ONa_2)(OHm)$ – гидрокарбонат натрия.

$(ONa_2)(OHm)$ – гидроксид натрия.

Как видим, этот процесс – обратим, и его можно представить как



Из него видно, что отдельные молекулы карбоната натрия $(CO_2)(ONa_2)$ сохраняются в слипшемся состоянии даже тогда, когда к ним прилипает молекула воды (OHm) .

Другие молекулы при этом распадаются, в результате чего образуются гидроксид $(ONa_2)(OHm)$ и угольная кислота $(CO_2)(OHm)$.

Углекислый газ (CO_2) , слипаясь с другими молекулами, образует непрочные соединения; такие соединения легко разрушаются водой.

Так карбонат алюминия $(\text{CO}_2)_3\text{Al}_2$ в воде полностью распадается на металл и угольную кислоту:

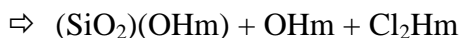


Приведём ещё пару примеров разложения сложных веществ под воздействием воды.

В водном растворе хлорида кремния $(\text{Cl}_2)_2\text{Si}$ разделёнными оказываются хлор, кремний, кислород и водород:

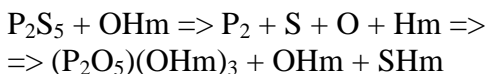


Из этой смеси образуются кремниевая кислота $(\text{SiO}_2)(\text{OHm})$ и хлороводород (Cl_2Hm) :



Хлороводород частично улетучивается, и поэтому указанный процесс становится необратимым.

Подобное происходит при разбавлении водой сульфата фосфора (P_2S_5) :



Сероводород (SHm) улетучивается, и в растворе остаётся практически одна фосфорная кислота $(\text{P}_2\text{O}_5)(\text{OHm})_3$. Процесс также – не обратим.

Разложение сложных веществ под воздействием воды на более мелкие простые составляющие называется в химии гидролизом.

В комбинации с нагревом гидролиз может разлагать такие сложные органические соединения, как углеводы, белки, жиры и даже целлюлозу.

Разложение углеводов, белков и жиров на более простые составляющие происходит при обычной варке пищи.

В химической промышленности путём гидролиза жиров получают глицерин, карбоновые кислоты и мыло, а из крахмала – глюкозу.

При длительном кипячении древесных опилок их целлюлоза распадается на глюкозу, а из неё уже получают этиловый (древесный) спирт, органические кислоты и многие другие промышленные продукты.

Ещё раз напомним, что в основе гидролиза лежат электрические явления.

При слипании жёлобов во время смачивания с участков слипания выдавливаются электроны; они образуют блуждающие группы с повышенным электронным давлением. Эти блуждающие группы примыкают к другим слипшимся жёлобам с меньшим усилием слипания и разделяют их.

Подобные электрические явления возникают и при разложении сложных молекул другими растворителями, например органическими.

56. Разложение воды электричеством

Прибор для разложения воды состоит из трёх колб, две из которых – закрытые, а одна – открытая. Все три колбы заполнены водой и сообщаются между собой в нижней части.

В закрытых колбах размещены электроды. Один из них соединён с отрицательной клеммой внешнего источника электрического тока и называется катодом, а другой соединён с положительной клеммой и называется анодом.

Внешний электрический источник нагнетает электроны на катод и создаёт на нём избыточное электрическое давление. С анода источник электроны отбирает, и там – пониженное электронное давление.

Постепенно повышенное давление электронов катода распространяется на всю катодную колбу, а пониженное распространяется на всю анодную колбу.

И только в направлении от катода в сторону анода электронное давление будет плавно уменьшаться от катодного до анодного. В этом направлении в воде образуется, своего рода, канал с таким плавно изменяющимся электронным давлением.

Сразу скажем, что в процессе разложения воды в катодной колбе собирается водород, а в анодной – кислород.

Прежде чем рассматривать физику разложения, ещё раз представим себе молекулу воды. Она состоит из атома кислорода и примкнувшей к нему молекулы водорода: $O(H_2)$. У атома кислорода контурного жёлоба нет, и поэтому он сам и молекула воды, которую он образует, электрический ток не проводят. Контурный жёлоб есть только у молекулы водорода, но эта молекула располагается с одной стороны атома кислорода и охватывается его стволом.

Разложение молекул воды начинается на катоде.

Под напором избыточного давления электроны переходят с катода на те молекулы воды, которые примыкают к нему своей водородной стороной. При достижении порогового значения избыточного давления электроны, как клин, отделяют в каждой такой молекуле воды молекулу водорода от атома кислорода.

Отрыв происходит так резко, что атом кислорода разворачивается и своим теперь уже открытым жёлобом оказывается направленным в противоположную сторону от катода.

На его открытом жёлобе будет уже повышенное давление электронов.

Среди примыкавших к оторванным атомам кислорода молекул воды окажутся и те, которые будут повёрнуты к ним своими водородными сторонами.

С ними произойдёт то же самое, что и с теми, которые примыкали к катоду, то есть при пороговом избыточном давлении электроны, как клин, отделят в них молекулы водорода от атомов кислорода.

При этом часть электронов с предыдущего атома кислорода переместится на вновь разорванную молекулу воды.

В этот момент каждая оторванная молекула водорода оказывается между двух атомов кислорода и прилипает к тому из них, в сторону которого она получила толчок во время отрыва.

Таким образом молекула водорода перескакивает с одного атома кислорода на другой в сторону катода.

Если мы начнём рассматривать процесс дальше, то заметим, что и все другие оторванные молекулы водорода будут перескакивать с атома на атом кислорода в сторону катода. Такой процесс будет продолжаться на всём протяжении канала от катода до анода.

Это произойдёт и с теми молекулами воды, которые примыкают к аноду. Электронные клинья оторвут от них молекулы водорода, и те, сорвавшись, уйдут в направлении к катоду.

С освободившихся атомов кислорода избыточные электроны перейдут на анод.

Как видим, на всём протяжении канала от катода до анода молекулы водорода перепрыгивают с одной молекулы воды на другую в сторону катода.

В результате на катоде появляются свободные молекулы водорода, а на аноде – свободные атомы кислорода.

Собираясь в пузырьки, они поднимаются вверх и скапливаются над водой. Атомы кислорода при этом объединяются в молекулярные пары O_2 .

Так как электроны перескакивают только на те молекулы воды, которые повернуты к ним своими водородными сторонами, можно подумать, что прочие молекулы воды распадаться не будут. Но учитывая то, что в процессе разложения происходят интенсивные движения частиц, затрагиваемые ими молекулы воды будут случайным образом разворачиваться и принимать подходящие положения.

Итак, в процессе электрического разложения воды происходят два вида перескоков с молекулы на молекулу:

- электроны перескакивают в направлении от катода к аноду;
- молекулы водорода перескакивают в направлении от анода к катоду.

57. Разложение металлосодержащих веществ электричеством

Разложение других веществ электричеством осуществляется подобным образом, как и при разложении воды: твёрдое вещество доводится либо расплавлением, либо растворением до жидкого состояния, и в него опускаются электроды, подсоединённые к внешнему электрическому источнику питания.

Чтобы не было теплового перемешивания жидкости, между катодом и анодом устанавливают пористую перегородку.

Поваренную соль (Cl_2Na_2) разлагают на хлор и натрий в расплавленном виде.

В молекуле соли спаренные атомы натрия Na_2 присоединены к молекуле хлора Cl_2 с одной стороны, так что у молекулы соли с этой стороны оказываются открытыми выпуклые жёлобы атомов натрия: $\text{Cl}_2(\text{Na}_2)$.

Процесс разложения соли похож на процесс разложения воды.

При достижении порогового значения электрического напряжения электроны с катода перескакивают на те молекулы соли, которые примыкают к нему своими натриевыми сторонами и, как клинья, разделяют их слипшиеся жёлобы. Так разъединяются атомы натрия и молекулы хлора.

Затем электроны молекулы хлора выдавливаются на ту примыкающую к ним молекулу соли, которая повернута к ним натриевой стороной. Электронный клин разрывает и эту молекулу.

После перемещения части электронов на последующую молекулу, их плотность понижается, и получившие толчок в момент отрыва атомы натрия перескакивают на предыдущую молекулу хлора и слипаются с ней.

Атомы натрия, оторванные от первых молекул соли, остаются свободными и прилипают к катоду.

На примере этого первого шага разложения видно – как электроны совершили разовый перескок в сторону анода, а атомы натрия вторых молекул соли совершили подобный перескок в сторону катода.

Постепенно волна перескоков удаляется всё дальше и дальше от катода и ближе к аноду, и везде повторяются одни и те же действия: перемещение вперёд электронов и отскакивание назад атомов натрия.

Вслед за первой волной перескоков рождаются другие. Они срываются со всей поверхности катода и распространяются широким фронтом.

На аноде последние молекулы хлора отдают ему свои избыточные электроны и, оставшись без натрия, собираются в пузырьки и поднимаются вверх.

Разложение растворов происходит в общем подобным образом, но разлагаться в них может не только растворимое вещество, но и сам растворитель.

Так водный раствор гидроксида калия $(\text{OK}_2)(\text{OHm})$ под воздействием электричества может разлагаться на чистый калий, кислород и водород:



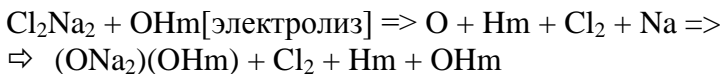
Калий и водород собираются на катоде, а кислород – на аноде.

Путём подбора соответствующего перепада напряжений на электродах можно ослабить распад воды, и тогда на катоде будет оседать только калий:



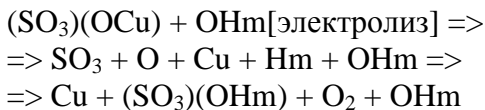
В процессе разложения могут возникать такие новые соединения, которые способны противостоять электронным клиньям.

Например:



После выделения из раствора газообразных водорода Hm и хлора Cl_2 в нём накапливается гидроксид натрия $(\text{ONa}_2)(\text{OHm})$.

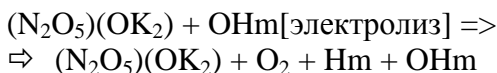
Подобное происходит и при электрическом разложении медного купороса:



Медь осаждается на катоде, кислород выделяется на аноде, а в растворе накапливается серная кислота $(\text{SO}_3)(\text{OHm})$.

Молекулы некоторых солей настолько прочные, что при разложении их водных растворов распадаются только молекулы воды, а сами они сохраняются неизменными.

Такое происходит с раствором нитрата калия $(\text{N}_2\text{O}_5)(\text{OK}_2)$:



Оставляя разные особенности электрического разложения сложных веществ в стороне, выделим главное: в сторону катода смещаются (пошагово) те атомы, которые имеют контурные жёлобы; это – атомы металлов, в том числе молекулы водорода.

58. Химические источники тока

В химических источниках тока электрохимические процессы используются с целью получения электричества.

Простейший химический источник тока представляет собой две полости, разделённые пористой перегородкой, одна из которых заполнена раствором сульфата цинка $(\text{SO}_3)(\text{OZn})$, а другая – раствором сульфата меди $(\text{SO}_3)(\text{OCu})$ - медным купоросом. В первой полости располагается цинковый электрод, а во второй – медный.

В ходе химических превращений на цинковом электроде появляется избыток электронов (то есть он превращается в катод), а на медном – их недостаток (он становится анодом). Если соединить электроды внешней электропроводной цепью, по ней потечёт электрический ток – от цинка к меди.

Прежде чем объяснять электрохимический процесс, представим сульфаты в виде $\text{SO}_3(\text{O}(\text{Zn}))$ и $\text{SO}_3(\text{O}(\text{Cu}))$; в этих изображениях скобки обозначают присасывающие жёлобы.

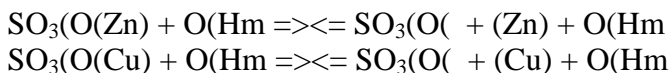
Атом цинка Zn прилипает к кислотному компоненту $\text{SO}_3(\text{O}(\text{Zn}))$ с большим усилием, чем атом меди (Cu). Этим объясняется то, что атом цинка способен замещать атом меди в молекуле сульфата. (Именно поэтому в ряду активности цинк указан как более активный металл, чем медь.)

Объясняется большее усилие прилипания атома цинка тем, что его жёлоб смыкается с жёлобом атома кислорода на большей длине, чем у атома меди.

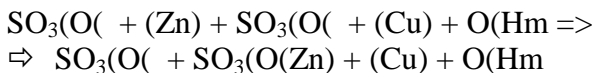
Процесс замещения атомами цинка атомов меди идёт на границе между сульфатом цинка и сульфатом меди. Фронт процесса постепенно перемещается от пористой перегородки в сторону анода, то есть в сторону медного электрода.

Электрохимические процессы вообще, и данный процесс в частности, - очень сложны. Выделим из них главное.

Молекулы воды не только разъединяют молекулы сульфатов, но и могут дробить сами эти молекулы. Так от молекул сульфатов могут отделяться атомы меди и цинка:



В общем случае эти процессы – обратимы, но во фронтальной зоне оторванный атом цинка может перескочить на соседний кислотный компонент $\text{SO}_3(\text{O}(\dots))$, освободившийся от атома меди Cu, и занять его место:



При таком соединении с мест слипания жёлобов будут выдавлены находившиеся там электроны. Они пополнят те блуждающие группы, которые возникли в результате растворения, и процесс пересоединений ускорится. Атомы меди начнут перескакивать с молекулы на молекулу с фронтальной зоны в сторону анода, а атомы цинка – от катода ко фронту.

В конце этих перемещений к аноду примкнёт атом меди (Cu), а к катоду – кислотный компонент $\text{SO}_3(\text{O}(\dots))$.

В момент прилипания к аноду атома меди (с недостатком электронов) часть электронов анода сместится на контурные жёлобы атома, и давление электронов на аноде понизится.

В другой стороне при слипании кислотного компонента $\text{SO}_3(\text{O}(\dots))$ с любым атомом цинка катодной пластины будут выдавлены несколько электронов; они повысят электронное давление на катоде.

Так как во фронтальной зоне будет происходить массовое замещение атомов меди атомами цинка, таким же массовыми будут и удаления электронов с анода и нагнетания их на катоде.

При соединении катода с анодом внешней токопроводящей цепью, как было сказано, по ней потечёт электрический ток.

Если цепь окажется разорванной, то и повышение электронного давления на катоде и понижение его на аноде будут - только до определённых пределов.

При достижении их электрохимический процесс будет приостановлен. Со стороны анода падение электронного давления рано или поздно уменьшит блуждающие группы электронов, и те не смогут отрывать очередные атомы меди от молекул сульфата меди. А со стороны катода повышенное давление электронов будет противостоять прилипанию кислотного компонента к атомам катода.

В рабочем состоянии (при замкнутой внешней цепи) атомы меди будут осаждаться на аноде, а атомы цинка будут уходить с катода в раствор.

Полностью остановится этот электрохимический процесс только тогда, когда осядут на аноде все атомы меди из раствора или когда все атомы цинка катодного электрода уйдут в раствор.

Электрохимические процессы могут быть обратимыми.

В одном направлении могут образовываться более прочные химические соединения и, как следствие, - появление электрического тока.

В обратном направлении электрическая энергия используется для перехода к менее прочным химическим соединениям.

Химические источники тока с обратимыми процессами называются электрическими аккумуляторами.

Они широко используются во всевозможных бытовых приборах, в частности в радиопередатчиках и радиоприёмниках звука и изображения. Более мощные электрические аккумуляторы устанавливают на автомобили и другие транспортные средства.

Когда аккумуляторы «сажаются» и не могут вырабатывать электрический ток, их ставят на подзарядку, подсоединяя к электрической розетке.

Одним из наиболее распространённых обратимых источников тока является литиевый аккумулятор.

Литий, как металл, удобен во всех отношениях. Его атомы – очень малы и имеют округлую форму; благодаря этому они легко перемещаются даже в очень густой среде. К тому же длина контурных жёлобов у атома лития – одна из наибольших, и на этих жёлобах может сосредотачиваться большое количество электронов. Если учесть ещё то, что литий очень легко соединяется со слабыми кислотами и даже с обычной водой, использование его в электрических аккумуляторах объяснимо.

При зарядке атомы лития отрываются от молекул своих солей и собираются на катоде. Молекулы солей при этом превращаются в кислотные.

При разрядке (в рабочем режиме) атомы лития уходят с катода в раствор и снова образуют там соли, соединяясь с кислотами.

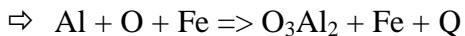
59. Тепловые химические процессы

Возьмём смесь порошков алюминия Al и ржавчины – оксидов железа (OFe)(O₃Fe₂) и будем её нагревать.

Тепловые, струнные колебания будут ослаблять жёлобовые связи между атомами железа и кислорода в оксидах. При температуре свыше 1200 градусов эти жёлобовые связи исчезнут совсем и смесь порошков превратится в сплав атомов алюминия, кислорода и железа:



В таком состоянии атомы кислорода получают возможность соединиться с атомами алюминия. Эти соединения – намного прочнее, и при указанной температуре они уже не распадаются:



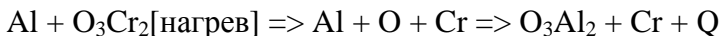
В результате образуется оксид алюминия (O_3Al_2) и выделяется чистое железо Fe.

Повышенная прочность соединения O_3Al_2 объясняется большей длиной участков слипания желобов.

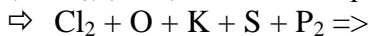
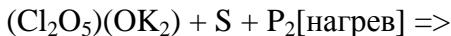
Такое соединение сопровождается ещё большим раскачиванием струнных колебаний вихревых шнуров атомов, то есть выделением большего количества тепла. Получается так, что выделение тепла в ходе процесса образования оксида алюминия больше того тепла, что требуется для разложения оксидов железа на атомы.

Поэтому достаточно разжечь исходную смесь, а далее химический процесс будет поддерживаться сам собой.

Подобным тепловым способом с использованием алюминия получают и другие чистые металлы, например хром Cr:



Поджиганием запускается и такой общеизвестный тепловой химический процесс, как горение головки спички. В нём принимают участие бертоллетова соль $(\text{Cl}_2\text{O}_5)(\text{OK}_2)$, сера S и фосфор P_2 :



Расход тепловой энергии, необходимый для разложения бертоллетовой соли на атомы в этом процессе, меньше того тепла, которое выделяется в результате соединения атомов в молекулы хлористого калия Cl_2K_2 , оксида серы SO_2 и оксида фосфора P_2O_5 .

Поэтому достаточно чиркнуть спичкой по боковой стороне спичечного коробка, покрытого фосфором, чтобы зажечь смесь, а далее спичка разгорится сама собой.

Тепловые химические процессы широко используются в металлургии, в производстве серной кислоты и в других химических производствах.

60. Язык химии

В химии сложился свой профессиональный язык. Это – и химические символы, и химические знаки, и химические термины, и химические выражения, в общем всё то, чем наполнены профессиональные документы.

Язык химии, как любой профессиональный язык, не всегда понятен людям, не связанным с данной профессией.

Познакомимся с некоторыми химическими терминами и понятиями.

АЛЛОТРОПИЯ – различные соединения атомов одного простого вещества.

АММОНИЙ – аммиак в петлевых соединениях с другими веществами.

АМФОТЕРНОСТЬ – переходные свойства веществ.

АНГИДРИД – кислотный компонент.

БИНАРНЫЙ – двойной.

ВОЗГОНКА – испарение твёрдых веществ.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ – вытеснение металлов из сложных соединений.

ГАЛОГЕНЫ – фтор, хлор, бром, иод.

ГИДРАТАЦИЯ – насыщение водой.

ГИДРОКСИДЫ – соединения оксидов с водой.

ГИДРОЛИЗ – разложение сложных веществ водой.

ГИГРОСКОПИЯ – поглощение влаги.

ГИДРОСУЛЬФИДЫ – соединения сульфидов с сероводородом.

ДИССОЦИАЦИЯ – разложение молекул электронным клином.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ – распознавание.

ИЗОМЕРЫ – различные соединения атомов в молекулах одного состава.

КАРБОНАТЫ – соединения оксидов металлов с углекислым газом.

МАНГОНАТЫ – соединения марганца.

МАССА – вес.

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ – соединение кислотного компонента с оксидом металла.

НИТРАТЫ – соединения азота.

ОКИСЛЕНИЕ – процесс соединения с кислородом или кислотным компонентом.

ОКСИДЫ – соединения кислорода.

ОЛЕУМ – раствор воды в триоксиде серы SO_3 .

ОСНОВАНИЯ – гидроксиды металлов.

ПЕРМАНГАНАТ – соединение оксида металла с оксидом марганца.

ПЕРОКСИД – соединение с молекулярным кислородом.

ПИРОМЕТАЛЛУРГИЯ – восстановление металлов путём расплава.

РЕАГЕНТЫ – компоненты химического процесса.

РЕАКЦИЯ – процесс.

СМЕСЬ ГЕТЕРОГЕННАЯ – разнородная смесь.

СМЕСЬ ГОМОГЕННАЯ – однородная смесь.

СУБЛИМАЦИЯ – высушивание.

СУЛЬФАТЫ – соединения оксидов металлов с триоксидом серы SO_3 .

СУЛЬФИДЫ – соединения с серой.

СУЛЬФИНИРОВАНИЕ – присоединение триоксида серы SO_3 .

ТЕТРАГИДРОКСОДИАКВАЦИНКАТ МЕТАЛЛА – соединение оксида металла с оксидом цинка и с водой.

ТИОСУЛЬФИТ – соединение сульфидов с триоксидом серы SO_3 , например $(SO_3)(SNa_2)$.

ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД – переход из одного агрегатного состояния в другой.

ХЛОРАТ КАЛИЯ – бертоллетова соль $(Cl_2O_5)(OK_2)$.

ХЛОРИДЫ – соединения хлора.

ЩЁЛОЧИ – гидроксиды лития, натрия, калия, кальция, бария.

ЩЁЛОЧНО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ – бериллий, магний, кальций, стронций, барий.

ЩЁЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ – литий, натрий, калий, рубидий, цезий.

ЭКЗОТЕРМИЯ – выделение тепла.

ЭЛЕКТРОЛИЗ – разложение сложного вещества с помощью электричества.

ЭЛЕКТРОЛИТ - электропроводный раствор или расплав.

ЭЛЕМЕНТ ХИМИЧЕСКИЙ – простое вещество.

ЭНДОТЕРМИЯ – поглощение тепла.

В последующем учебнике

В третьем учебнике химии будут рассмотрены лабораторные и промышленные химические технологии.

В нём будут рассмотрены следующие темы:

- * требования к химическим помещениям;
- * лабораторное химическое оборудование;
- * способы хранения химических веществ;
- * правила выполнения лабораторных работ;
- * меры предосторожности;
- * примеры лабораторных работ;
- * общие требования к химическим предприятиям;
- * охрана окружающей среды;
- * примеры промышленных технологий и другие.

Содержание

Напоминание	3
1. Эфир и атомы	3
2. Электроны	4
3. Тепловые колебания и свет	4
4. Основные простые вещества	5
Сложные вещества	6
5. Слипшиеся атомы	6
6. Разнообразие сложных веществ	7
7. Прямое наблюдение микромира	9
8. Свойства веществ, воспринимаемые человеком	11
9. Физические свойства сложных веществ	12
10. Косвенные признаки сложных веществ	14
11. Молекулы воздуха и других газов	16
12. Молекулы воды и других жидкостей	18
13. Молекулы растворов	20
14. Молекулы коллоидных веществ	22
15. Молекулы пластичных веществ	24
16. Молекулы твёрдых веществ	25
17. Молекулы плёнок и сплавов	26
18. Формулы молекул	27
19. Электроны на молекулах	30
20. Проволочная модель молекулы	33
21. Тепловые колебания молекул	33
22. Тепловые волны молекул	35
23. Движения молекул	36
24. Резонанс тепловых колебаний	37
25. Непостоянство форм атомов и молекул	38
26. Нормальные условия	39
27. Элементы слипания атомов и молекул	40
28. Выпуклые и вогнутые жёлобы	41
29. Оксиды	42
30. Вода	44
31. Гидроксиды	45

32. Кислотные компоненты	46
33. Кислоты	47
34. Химическая активность кислот	48
35. Кислотность среды	49
36. Соли	50
37. Ряд активности металлов	52
38. Петлевые углеводородные соединения	53
39. Органические соединения	57
Химические процессы	60
40. Физика слипания атомов и молекул	60
41. Факторы, способствующие слипанию	61
42. Разъединение слипшихся атомов	63
43. Перераспределение электронов при разъединении атомов	65
44. Пересоединение атомов и молекул	68
45. Энергетика химических процессов	69
46. Ускорение и замедление химических процессов	72
47. Ферменты	75
48. Живые клетки	76
49. Обратимые и необратимые химические процессы	77
50. Цепные химические процессы	79
51. Формулы химических процессов	81
52. Уравнения химических процессов	84
53. Весовые уравнения химических процессов	87
54. Растворение	90
55. Разложение молекул растворителем	93
56. Разложение воды электричеством	97
57. Разложение металлосодержащих веществ электричеством	100
58. Химические источники тока	103
59. Тепловые химические процессы	107
60. Язык химии	109
В последующем учебнике	112

АНТОНОВ
Владимир Михайлович

ХИМИЯ
На основе русской физики

Учебник 2 – Сложные вещества и
химические процессы

Редактирование авторское

