Реферат

**«Концепции и принципы химического естествознания»**

1. **Эволюция звезд, происхождение химических элементов и планетная химическая эволюция**

Процесс образования химических элементов во Вселенной неразрывно связан с эволюцией Вселенной. Мы уже познакомились с процессами, происходящими вблизи «Большого взрыва», знаем некоторые детали процессов, происходивших в «первичном бульоне» элементарных частиц. Первые атомы химических элементов, находящиеся в начале таблицы Д. И. Менделеева (водород, дейтерий, гелий), начали образовываться во Вселенной еще до возникновения звезд первого поколения. Именно в звездах, их недрах, разогретых снова (после Big Bang температура Вселенной начала стремительно падать) до миллиардов градусов, и были произведены ядра химических элементов, следующих за гелием. Учитывая значение звезд как источников, генераторов химических элементов, рассмотрим некоторые этапы звездной эволюции. Без понимания механизмов звездообразования и эволюции звезд невозможно представить процесс образования тяжелых элементов, без которых, в конечном счете, не возникла бы жизнь. Без звезд во Вселенной так бы вечно и существовала водородо-гелиевая плазма, в которой организация жизни, очевидно, невозможна (на современном уровне понимания этого явления).

Ранее мы отметили три наблюдательных факта или теста современной космологии, простирающихся на сотни парсек, теперь укажем четвертый — распространенность легких химических элементов в космосе. Необходимо подчеркнуть, что образование легких элементов в первые три минуты и распространенность их в современной Вселенной впервые была рассчитана в 1946 г. международной троицей выдающихся ученых: американцем Альфером, немцем Гансом Бете и русским Георгием Гамовым. С тех пор физики, занимающиеся атомной и ядерной физикой, неоднократно рассчитывали образование легких элементов в ранней Вселенной и распространенность их сегодня. Можно утверждать, что стандартная модель нуклеосинтеза хорошо подтверждается наблюдениями.

Эволюция звезд. Механизм образования и эволюции основных объектов Вселенной — звезд, изучен наиболее xoponio. Здесь ученым помогла возможность наблюдать огромное количество звезд на самых разных стадиях развития — от рождения до смерти, — в том числе множество так называемых «звездных ассоциаций» — групп звезд, родившихся почти одновременно. Помогла и сравнительная «простота» строения звезды, которое довольно успешно поддается теоретическому описанию и компьютерному моделированию.

Звезды образуются из газовых облаков, которые, при определенных обстоятельствах, распадаются на отдельные «сгустки», которые дальше сжимаются под действием собственного тяготения. Сжатию газа под действием собственного тяготения препятствует повышающееся давление. При адиабатическом сжатии должна повышаться и температура — в виде тепла выделяется гравитационная энергия связи. Пока облако разреженное, все тепло легко уходит с излучением, но в плотном ядре сгущения вынос тепла затруднен, и оно быстро разогревается. Соответствующее повышение давления тормозит сжатие ядра, и оно продолжает происходить только за счет продолжающего падать на рождающуюся звезду газа. С ростом массы растет давление и температура в центре, пока наконец последняя не достигает величины 10 миллионов Кельвинов. В этот момент в центре звезды начинаются ядерные реакции, превращающие водород в гелий, которые поддерживают стационарное состояние вновь образовавшейся звезды миллионы, миллиарды или десятки миллиардов лет, в зависимости от массы звезды.

Звезда превращается в огромный термоядерный реактор, в котором устойчиво и стабильно протекает, в общем, та же реакция, которую человек пока научился осуществлять только в неуправляемом варианте — в водородной бомбе. Выделяемое при реакции тепло стабилизирует звезду, поддерживая внутреннее давление и препятствуя ее дальнейшему сжатию. Небольшое случайное усиление реакции слегка «раздувает» звезду, и соответствующее уменьшение плотности приводит снова к ослаблению реакции и стабилизации процесса. Звезда «горит» с почти неизменной яркостью.

Температура и мощность излучения звезды зависит от ее массы, причем зависит нелинейно. Грубо говоря, при увеличении массы звезды в 10 раз мощность ее излучения увеличивается в 100 раз. Поэтому более массивные, более горячие звезды расходуют свои запасы топлива гораздо быстрее, чем менее массивные, и живут относительно недолго. Нижний предел массы звезды, при котором еще возможно достижение в центре температур, достаточных для начала термоядерных реакций, составляет примерно 0,06 солнечной. Верхний предел — около 70 солнечных масс. Соответственно, самые слабые звезды светят в несколько сот раз слабее Солнца и могут так светить сотню миллиардов лет, гораздо больше времени существования нашей Вселенной. Массивные горячие звезды могут светить в миллион раз сильнее Солнца и живут лишь несколько миллионов лет. Время стабильного существования Солнца примерно 10 миллиардов лет, и из этого срока оно прожило пока половину.

Стабильность звезды нарушается, когда выгорает значительная часть водорода в ее недрах. Образуется лишенное водорода гелиевое ядро, а горение водорода продолжается в тонком слое на его поверхности. При этом ядро сжимается, в центре его давление и температура повышается, в то же время верхние слои звезды, расположенные выше слоя горения водорода, наоборот, расширяются. Диаметр звезды растет, а средняя плотность падает. Благодаря росту площади излучающей поверхности, медленно растет также ее полная светимость, хотя температура поверхности звезды падает. Звезда превращается в красного гиганта. В какой-то момент времени температура и давление внутри гелиевого ядра оказываются достаточными для начала следующих реакций синтеза более тяжелых элементов — углерода и кислорода из гелия, а на следующем этапе и еще более тяжелых. В недрах звезды могут образоваться из водорода и гелия многие элементы Периодической системы, но только вплоть до элементов группы железа, обладающего наибольшей энергией связи, приходящейся на одну частицу. Более тяжелые элементы образуются в других более редких процессах, а именно при взрывах сверхновых звезд и частично новых, и поэтому в природе их мало.

Отметим интересное, парадоксальное, на первый взгляд, обстоятельство. Пока вблизи центра звезды идет горение водорода, температура там не может подняться до порога гелиевой реакции. Для этого необходимо, чтобы горение прекратилось, и ядро звезды начало остывать! Остывающее ядро звезды сжимается, при этом повышается напряженность поля тяготения и выделяется гравитационная энергия, которая нагревает вещество. При повышенной напряженности поля необходима более высокая температура, чтобы давление могло противостоять сжатию, и гравитационной энергии оказывается достаточно, чтобы обеспечить эту температуру. Аналогичный парадокс мы имеем при снижении космического аппарата: чтобы перевести его на более низкую орбиту, его надо притормозить, но при этом он оказывается ближе к Земле, где сила тяжести больше, и скорость его возрастет. Остывание увеличивает температуру, а торможение увеличивает скорость! Такими кажущимися парадоксами полна природа, и далеко не всегда можно доверяться «здравому смыслу».

После начала горения гелия расходование энергии идет очень быстрыми темпами, так как энергетический выход всех реакций с тяжелыми элементами намного ниже, чем при реакции горения водорода и, кроме того, общая светимость звезды на этих этапах значительно возрастает. Если водород горит миллиарды лет, то гелий миллионы, а все остальные элементы — не более тысяч лет. Когда в недрах звезды все ядерные реакции затухают, ничто уже не может препятствовать ее гравитационному сжатию, и оно происходит катастрофически быстро (как говорят, коллапсирует). Верхние слои падают к центру с ускорением свободного падения (величина его на многие порядки превосходит земное ускорение падения из-за несопоставимой разности масс), выделяя огромную гравитационную энергию. Вещество сжимается. Часть его, переходя в новое состояние высокой плотности, образует звезду-остаток, а часть (обычно большая) выбрасывается в пространство в виде отраженной ударной волны с огромной скоростью. Происходит взрыв сверхновой звезды. (Помимо гравитационной энергии в кинетическую энергию ударной волны вносит свой вклад и термоядерное догорание части оставшегося во внешних слоях звезды водорода, когда падающий газ сжимается вблизи звездного ядра -происходит взрыв грандиозной «водородной бомбы»).

На какой стадии эволюции звезды остановится сжатие и что будет представлять собой остаток сверхновой, все эти варианты зависят от ее массы. Если эта масса менее 1,4 солнечной, это будет белый карлик, звезда с плотностью 109 кг/м3, медленно остывающая без внутренних источников энергии. От дальнейшего сжатия ее удерживает давление вырожденного электронного газа. При большей массе (примерно до 2,5 солнечной) образуется нейтронная звезда (их существование предсказано великим советским физиком, нобелевским лауреатом Львом Ландау) с плотностью примерно равной плотности атомного ядра. Нейтронные звезды были открыты как так называемые пульсары. При еще большей исходной массе звезды образуется черная дыра — безудержно сжимающийся объект, который не может покинуть ни один объект, даже свет. Именно при взрывах сверхновых происходит образование элементов тяжелее железа, для которых нужны чрезвычайно плотные потоки частиц высокой энергии, чтобы были достаточно вероятны многочастичные столкновения. Все материальное в этом мире является потомками сверхновых, в том числе и люди, поскольку атомы, из которых мы состоим, возникли когда-то при взрывах сверхновых.

Таким образом, звезды являются не только мощным источником энергии высокого качества, рассеяние которой способствует возникновению сложнейших структур, включающих и жизнь, но и реакторами, в которых производится вся таблица Менделеева — необходимый материал для этих структур. Взрыв заканчивающей свою жизнь звезды выбрасывает в пространство огромное количество разнообразных элементов тяжелее водорода и гелия, которые смешиваются с галактическим газом. За время жизни Вселенной закончили свою жизнь очень многие звезды. Все звезды типа Солнца и более массивные, возникшие из первичного газа, уже прошли свой жизненный путь. Так что сейчас Солнце и ему подобные звезды — это звезды второго поколения (а может быть, и третьего), существенно обогащенные тяжелыми элементами. Без такого обогащения вряд ли около них могли бы возникнуть планеты земного типа и жизнь.

Приведем информацию о распространенности некоторых химических элементов во Вселенной:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Атомы** | **Относительное содержание атомов** | **Атомы** | **Относительное содержание атомов** |
| *Водород*  *Гелий*  *Литий*  *Углерод*  *Азот*  *Кислород*  *Неон* | 10000 000  1400000  0,003  3000  910  6800  2800 | *Натрий*  *Магний*  *Алюминий*  *Фосфор*  *Калий*  *Аргон*  *Кальций*  *Железо* | 17  290  19  3  0,8  42  17  80 |

Как видим из этой таблицы, преимущественными химическими элементами и в настоящее время являются водород и гелий (почти 75% и 25% каждый). Относительно малого содержания тяжелых элементов, впрочем, оказалось достаточным для образования жизни (по крайней мере, на одном из островков Вселенной вблизи «рядовой» звезды, Солнца — желтого карлика). Помимо уже указанного нами ранее, надо помнить, что в открытом космическом пространстве присутствуют космические лучи, по сути являющиеся потоками элементарных частиц, в первую очередь, электронов и протонов разных энергий. В некоторых областях межзвездного пространства имеются локальные области повышенной концентрации межзвездного вещества, получившие название межзвездных облаков. В отличие от плазменного состава звезды, вещество межзвездных облаков уже содержит (об этом свидетельствуют многочисленные астрономические наблюдения) молекулы и молекулярные ионы. Например, обнаружены межзвездные облака из молекулярного водорода Н2, очень часто присутствуют в спектрах поглощения такие соединения, как ион гидроксила ОН, молекулы СО, молекулы воды и др. Сейчас число обнаруженных в межзвездных облаках химических соединений составляет свыше ста. Под действием внешнего облучения и без него в облаках происходят разнообразные химические реакции, зачастую такие, которые невозможно осуществить на Земле по причине особых условий в межзвездной среде. Вероятно, примерно 5 миллиардов лет назад, когда образовалась наша солнечная система, первичным материалом при образовании планет были такие же простейшие молекулы, которые сейчас мы наблюдаем в других межзвездных облаках. Другими словами, процесс химической эволюции, начавшийся в межзвездном облаке, затем продолжился уже на планетах. Хотя сейчас в некоторых межзвездных облаках обнаружены достаточно сложные органические молекулы, вероятно, химическая эволюция привела к появлению «живого» вещества (т. е. клеток с механизмами самоорганизации и наследственности) уже только на планетах. Очень трудно представить организацию жизни в объеме межзвездных облаков.

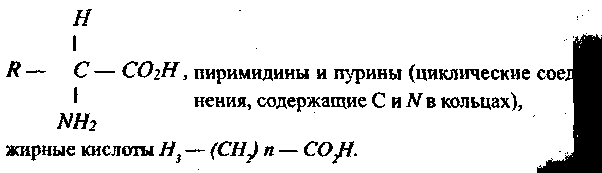
Планетная химическая эволюция.

Рассмотрим процесс химической эволюции на Земле. Первичная атмосфеpa Земли содержала в основном простейшие соединения водорода Н2, H2О, NH3,CH4. Кроме этого, атмосфера была богата инертными газами, прежде всего гелием и неоном. В настоящее время обилие благородных газов на Земле ничтожно мало, что означает, что они в свое время диссонировали в межпланетное пространство. Наша современная атмосфера имеет вторичное происхождение. Первое время химический состав атмосферы мало отличался от первичной. После образования гидросферы из атмосферы практически исчез аммиак NH3, растворившийся в воде, атомарный и молекулярный водород улетучился в межпланетное пространство, атмосфера была насыщена преимущественно азотом N. Насыщение атмосферы кислородом происходило постепенно, сначала благодаря диссоциации молекул воды ультрафиолетовым излучением Солнца, затем, и главным образом, благодаря фотосинтезу растений.

Не исключено, что некоторое количество органических веществ было принесено на Землю при падении метеоритов и, возможно, даже комет. Например, в кометах присутствуют такие соединения, как N, NH3, CH4 и др. Известно, что возраст земной коры примерно равен 4,5 млрд. лет. Имеются также геологические и геохимические данные, указывающие на то, что уже 3,5 млрд. лет назад земная атмосфера была богата кислородом. Таким образом, первичная атмосфера Земли существовала не более 1 млрд. лет, а жизнь возникла, вероятно, даже раньше.

В настоящее время накоплен значительный экспериментальный материал, иллюстрирующий, каким образом такие простые вещества, как вода, метан, аммиак, окись углерода, аммонийные и фосфатные соединения превращаются в высокоорганизованные структуры, являющиеся строительными кирпичиками клетки. Американские ученые Кельвин, Миллер и Юри провели ряд опытов, в результате которых было показало, как в первичной атмосфере могли возникнуть аминокислоты. Ученые создали смесь газов — метана СН4, молекулярного водорода Н2, аммиака NH3 и паров воды Н2O, моделирующую состав первичной атмосферы Земли. Через ату смесь пропускали электрические разряды, в результате в исходной смеси газов были обнаружены глицин, аланин и другие аминокислоты. Вероятно, существенное влияние на химические реакции в первичной атмосфере Земли оказывало Солнце своим ультрафиолетовым излучением, которое не задерживалось в атмосфере в связи с отсутствием озона.

Немаловажное значение на химическую эволюцию оказали не только электрические разряды и ультрафиолетовое излучение Солнца, но и вулканическое тепло, ударные волны, радиоактивный распад калия К (доля энергии распада калия примерно 3 млрд. лет назад на Земле была второй, после энергии ультрафиолетового излучения Солнца). Например, газы, выделяющиеся из первичных вулканов (O2, СО, N2, Н2O, Н2, S, H2S, СН4, SО2), при воздействии различных видов энергии реагируют с образованием разнообразных малых органических соединений, типа: цианистый водород HCN, муравьиная кислота HCO2H, уксусная кислота H3CO2H, глицин H2NCH2CO2H и т. д. В дальнейшем, опять же при воздействии различных видов энергии, малые органические соединения реагируют с образованием более сложных органических соединений: аминокислоты



Таким образом, на Земле были условия для образования сложных органических соединений, необходимых для создания клетки.

В настоящее время еще нет единой логически последовательной картины, как из первичной «суперкапли материи» под названием Вселенная после Большого Взрыва возникла жизнь. Но уже многие элементы этой картины ученые представляют и считают, что так все и происходило на самом деле. Одним из элементов этой единой картины эволюции является химическая эволюция. Пожалуй, химическая эволюция - это один из аргументированных элементов единой картины эволюции хотя бы потому, что допускает экспериментальное моделирование химических процессов (чего, например, нельзя сделать в отношении условий, аналогичных тем, что были вблизи «большого взрыва»). Химическая эволюция прослеживается вплоть до элементарных кирпичиков живой материи: аминокислот, нуклеиновых кислот.

1. **Донаучный этап химии — ремесленная химия и алхимия античности и средневековья**

В предыдущем пункте было рассказано о том, как происходила естественная химическая эволюция в недрах звезд, космическом пространстве и на нашей планете, теперь надо рассмотреть, как происходила эволюция взглядов людей на познание сущности химических элементов и превращения вещества. Так же, как и в познании физического устройства мира, следует различать два этапа этой эволюции — первый донаучный, идущий из давних времен, и второй — научный, возникший в Новое время, как и вся современная наука.

Первый донаучный этап химии известен под названием алхимия, пришедший к нам (к западноевропейцам) от арабов, а к ним от греков (эллинов античных времен), а к грекам от египтян, в результате преобразования египетского слова «хеми» в «альхимия», с последующей транскрипцией в европейских языках в слово «алхимия».

Таким образом, совершенно прозрачно выделяются три основных периода в развитии алхимии: египетско-греческий, арабский и западно-европейский.

*Алхимия* (от позднелат. alchymia, alchimia, через араб, алькимия, возможно, от греч. chymeia, chemeia — искусство выплавки металлов, или chyma — жидкость, литье, или от Хемия (греч. Chemia) — одно из названий Древнего Египта, от древнеегипетского хам, хаме — черный, буквально — черная страна, страна черной земли), наряду с другими, тайными, оккультными науками (астрологией и каббалой) явление культуры, сопутствующее на протяжении более 1,5 тысяч лет различным эпохам (эллинизм, европейское средневековье, Возрождение). Алхимия связывается с попытками получить совершенные металлы (золото, серебро) из металлов несовершенных, т. е. с идеей трансмутации (превращения) металлов с помощью гипотетического вещества — «философского камня» или эликсира. Цель алхимии, в период II-XI вв., не утилитарная, а глобальная, направленная на построение особой Вселенной, выраженная в специфических образах — понятиях, таких как «философский камень», целительные панацеи, алкагест — универсальный растворитель, гомункул — искусственный человек. Она осуществляет тем самым единение микро- и макрокосмоса, соотнося духовное и природное, вселенское и человеческое на пути к знанию. В период средневековья и позднее, во взаимодействии с умозрительным природознанием и химическим ремеслом, алхимия постепенно трансформируется в научную химию.

В античное время делаются первые попытки объяснить происхождение свойств веществ. Одна из наиболее значимых попыток — атомистическая натурфилософия Демокрита, вводившая атомы, различающиеся по величине, форме, положению, а отсюда и мощное разнообразие веществ. Напротив, Эмпидокл и Аристотель исходили из антиатомистической концепции и объясняли все видимое разнообразие тел посредством сочетания в них различных элементов: стихий или первоэлементов; свойств, таких как тепла и холода, влажности и сухости и пр. Однако успеха это не принесло, так как натурфилософия и ремесленная химия существовали раздельно.

Несколько позднее, уже в Древнем Египте (III-IV века до н. э.), были известны способы производства металлов и сплавов семи известных к тому времени металлов: золота, серебра, меди, железа, свинца, олова и ртути. Наибольшей ценностью обладало, конечно, золото, получение которого из других металлов стало одной из главных целей алхимии, наряду с поисками «магистерия», создания «эликсира жизни», дававшего бессмертие, и универсального растворителя. Фактически полагалось, что все эти функции может выполнить просто некий камень — эликсир, получивший у европейцев название «философский камень».

У арабов же это предопределило два пути развития алхимии: поиски трансмутаций золота и поиска эликсира жизни. На каждом из этих направлений были достигнуты большие успехи в познании химических превращений.

Проникновение алхимии в Европу стало возможным благодаря Крестовым походам (1096-1270 гг.) на Ближний Восток (в Сирию, Палестину, Северную Африку), организованным западноевропейскими феодалами и католической церковью под знаменем борьбы против «неверных» (мусульман), освобождения гроба Господня и Святой земли (Палестины). Европейская алхимия находилась в этот начальный период под покровительством астрологии, в связи с чем приобрела характер тайной науки, впрочем, такой же она была и у египтян. В конечном итоге развитие алхимии выразилось в открытии или усовершенствований (в процессе поиска чудодейственных средств) способов получения практических ценных продуктов (минеральной и растительной краски, стекла, эмали, металлических сплавов, кислоты, щелочи, соли), а также в разработке некоторых приемов лабораторной техники.

1. **Главная задача химии и основные этапы ее развития**

Все отмеченное выше и в главе 2 подготовило соответствующие условия для исследования химических соединений, их применение в медицине, в практической науке и предопределило возникновение научной химии. С этого момента, примерно с 60-х годов XVII столетия, химия определилась в своей главной задаче, породила и пережила к настоящему времени, к началу XXI столетия, четыре концептуальные системы.

Наш великий химик Дмитрий Иванович Менделеев (1834-1907), называл химию «наукой о химических элементах и их соединениях»; другие определяют ее как «науку о веществах и их превращениях» либо как «науку, изучающую процессы качественного превращения веществ», и т. д. По-видимому, все эти определения правильные, так что можно согласиться и с таким, наиболее полным: «химия — наука, изучающая свойства и превращения веществ, сопровождающиеся изменением их состава и строения».

Химия, а точнее химики, всегда ставили своей главной практической целью получать из природных веществ по возможности все необходимые металлы и керамику, известь и цемент, стекло и бетон, красители и лекарства, взрывчатые вещества и горюче-смазочные материалы, каучук и пластмассы, химические волокна и материалы для электроники с заданными свойствами. Это определяет главную задачу химии — задачу получения веществ с необходимыми свойствами. Эта задача и научная и производственная, что определяет основную, можно сказать, двуединую основную проблему химии: 1. Получение веществ с заданными свойствами как производственная, практическая задача; 2. Выявление способов управления свойствами веществ как задача научно-исследовательская.

Решение этих проблем осуществлялось в четыре основных этапа, породив соответствующие четыре концептуальные системы в развитии химии с XVII века по настоящее время.

Первая концептуальная система началась с трудов Роберта Бойля (1627-1691 гг.) изучением химических элементов и в определенной степени завершилась созданием Периодической таблицы элементов Д. И. Менделеева в 1869 г. Эта система дала элементный состав вещества.

Вторая концептуальная система познания химических свойств вещества позволила установить их структуру и определила развитие структурной химии примерно с конца XVIII столетия.

Третья концептуальная система — детище середины XX столетия, установила особенности протекания химических реакций, позволила создать основы крупномасштабных химических технологий.

Четвертая концептуальная система развивается последние 25-30 лет, связана с глубоким и всесторонним изучением природы реагентов, роли катализаторов в химических реакциях. Эта система получила название эволюционная химия и в своих простейших проявлениях дает нам примеры самоорганизации и саморазвития, предопределившие начало предбиологической эволюции как основы зарождения жизни.

1. **Концепции химии об элементах и периодический закон Менделеева химических элементов**

Представление о химических элементах возникает при попытках установить состав вещества. Простейшей процедурой для этого является химическое разложение или химический анализ, в результате которого получаются вещества, не подвергающиеся дальнейшему разложению. Эти вещества и есть химические элементы, первоначально называвшиеся «простыми телами», в отличие от «сложных тел», состоящих из нескольких простых тел. Решающее значение в химии элементов сыграло открытие кислорода, в результате чего была опровергнута бытовавшая до того гипотеза о флогистоне — некотором «невесомом теле». Постепенно химикам стали известны, наряду с уже известными алхимикам семи металлами, также водород, азот, сера, фосфор, углерод, а Д. И. Менделееву к 1869 г. были известны уже 62 элемента. В эти же годы параллельно решалась другая, не менее важная проблема, проблема химического соединения. Первым начал решать ее немецкий химик Иеремий Рихтер, открывший в результате законы стехиометрии и введший понятия эквивалентов и эквивалентного веса. Замечательный французский химик Ж. Пруст первым в 1801-1808 гг. установил закон постоянства состава вещества, согласно которому любое индивидуальное химическое соединение обладает строго определенным, неизменным составом и тем самым отличается от смесей. Точная его современная формулировка такова: всякое чистое вещество независимо от его происхождения и способа получения имеет один и тот же состав. Теоретически обосновал этот закон Пруста и установил в 1803 г. другой, не менее важный закон, закон кратных отношений, английский химик и физик, фактический создатель химического атомизма Дж. Дальтон. (Он же первым описал дефект зрения, которым страдал сам и который получил позже название дальтонизм). Закон кратных отношений Дальтона гласит: если определенное количество одного элемента вступает в соединение с другим элементом в нескольких весовых отношениях, то количества первого и второго элементов относятся между собой как целые числа. После трудов Берцелиуса, Гей-Люссака и Либиха этот закон стал одним из самых фундаментальных законов химии. Дальтон ввел в химию такое, как оказалось, основополагающее понятие как атомный вес, которое сыграло во многих случаях решающую роль. Так, например, его роль в поисках системно образующего и системно упорядочивающего факторов в проблеме элементов, предпринимаемых в течение столетия со времени открытия кислорода англичанином Дж. Пристли, шведом К. Шееле и французом А. Л. Лавуазье, оказалась решающей и удалась великому русскому химику Д. И. Менделееву.

В качестве системного фактора он установил именно атомный вес, который упорядочивает химические элементы в периодический закон. Исследование этого периодического закона, или периодической таблицы элементов, через 70 лет после Менделеева уже в квантовой механике, показало, что индивидуальные свойства и положение каждого из элементов в таблице определяются, на самом деле, не атомным весом, а электрическим зарядом атомного ядра. Кроме того, оказалось, что атомов одного и того же элемента, например, хлора, может быть два, различающихся по атомному весу, но имеющих один и тот же ядерный заряд. Такие различающиеся по массе элементы стали называть изотопами. Всего же разных элементов к началу XXI столетия известно 118. Распространенность же элементов различна. Так, установлено, что в составе земной коры, морской воды и атмосферы содержится приблизительно 49,5% — кислорода, 25,3% — кремния, 7,5% — алюминия, 5,1% — железа, 3,4% — кальция, 2,6% — натрия, 2,4% - калия, 1,9% — магния, 0,9% — водорода, остальных же элементов менее 1%. В этом последнем проценте скрыта и доля углерода, основы жизни на Земле.

Из элементов, указанных выше, человечество особо интенсивно использует металлы и керамики, изготавливаемые на основе кремния. Предполагается, что в недалеком будущем основными материалами станут керамики, а также элементоорганические соединения, использующие в своем синтезе редко распространенные, а потому дорогие такие элементы, как цирконий, титан, бор, германий, хром, молибден, вольфрам и ряд редкоземельных элементов.

1. **Концепции структуры химических соединений (структурной химии)**

Концепции структурной химии основываются на концепции атомистики, возрожденной англичанином Дж. Дальтоном, на учении шведа Йенса Берцелиуса, позднее подробно разработанных и уточненных немецким химиком Ф. Кекуле и нашим выдающимся соотечественником А. М. Бутлеровым. Берцелиуса интересовал вопрос об упорядоченности или произволе в объединении атомов в молекулах, на путях решения которого он разработал новую теорию строения химического вещества, а также произвел такое точное измерение атомных весов элементов, что они практически совпадают с современными данными. Символика химических элементов, формулы соединений и химических уравнений также предложены Берцелиусом в 1814 г. В качестве символа элемента он предложил принимать первую букву его латинского или греческого названия. В тех случаях, когда элементы начинаются с одних и тех же букв, к ним добавляется вторая буква названия. Берцелиус предложил все вещества разделить на органические и неорганические.

Но главное, что необходимо знать, так это то, что Берцелиус выдвинул гипотезу, согласно которой все атомы химических элементов обладают различной электра отрицательностью и, объединяясь между собой в молекулы, не компенсируют полностью свои заряды, оставаясь электра заряженными. Так были заложены основания понятия «структура» и «электрохимия».

Дальнейшее развитие теория Берцелиуса получила в работах немецкого химика Ф. Кекуле. Он сформировал основные положения теории валентности, обосновал наличие для углерода четырех единиц сродства, а для азота, кислорода и водорода соответственно трех, двух и одной. Впоследствии, через несколько десятилетий, в квантовой механике все это получило объяснение. Число единиц сродства, присущее атому того или иного элемента, получило название «валентность». Объединение атомов в молекулу происходит в результате замыкания свободных единиц сродства (валентности). Так образуются простейшие молекулы вроде молекул водорода, воды, и так же образуются очень важные в органике углерод углеродные цепи. Комбинируя атомы разных элементов, можно создать структуры (структурные формулы) любого химического соединения. Но не каждая из формул, которая может быть записана, осуществляется в природе.

Заслугой теории валентности Кекуле стало представление об атомной структуре сначала углеводородов, а затем и для других органических соединений. Несколько позднее, в 1874 г., датский химик Я. Г. Вант-Гофф выдвинул смелое предположение, согласно которому четыре связи атома углерода направлены к вершинам тетраэдра, в центре которого находится этот атом. Так в химии возникли и стали укрепляться пространственные модели молекул, после чего началось бурное развитие структурной химии.

Русский химик А. М. Бутлеров показал, что необходимо учитывать, помимо методики составления формул по Кекуле, еще так называемую химическую активность реагентов. Идеи Бутлерова блестяще подтвердились квантовой механикой, так что, согласно современным воззрениям, структура молекул — это пространственная и энергетическая упорядоченность системы, состоящей из атомных ядер и электронов. Главное, чему способствовали учения Кекуле и Бутлерова, так это синтезу сначала простейших, а затем и более сложных углеводородов. Но, вместе с тем, структурная химия не смогла решить проблемы получения этилена, бензола, ацетилена, дефинила (необходимого при производстве каучука) и других углеводородов с цепочкой из четырех атомов углерода. Решение этой проблемы требовало нефтехимическое производство, и оно оказалось возможным в третьей из указанных нами концептуальных химических систем, посредством химической кинетики и термодинамики. Другими крупными недостатками органического синтеза являются низкие выходы продуктов, большие побочные отходы, но особенно использование дорогостоящего сырья сельскохозяйственного производства — зерна, жиров, молочных продуктов.

1. **Концепции и законы химических процессов (реакций)**

Третья концептуальная система в химии возникла на стыке химии, физики и открывает пути к пониманию биологических систем. Химический процесс в этой концепции — это мост от объектов физики к объектам биологии, так как возникает возможность последовательно проследить путь от простых микрообъектов, таких как электрон, протон, атом, молекула и полимер, в конечном итоге к биополимеру, к клетке, в которой совершаются немыслимые химические реакции.

Течение многих химических реакций весьма сложно, а иногда попросту трудноуправляемо: одни из них почему-то невозможны, другие невозможно или сложно остановить (горение, взрыв), третьи ветвятся и т. п. Методы управления химическими реакциями подразделяются на термодинамические и кинетические, при которых главенствующую роль играют те или иные катализаторы.

Каждая химическая реакция обратима. Обратимость служит основанием равновесия между прямой и обратимой реакциями. В зависимости от природы реагентов и условий процесса, равновесие может смещаться в прямую либо в обратную сторону изменением температуры, давления и концентрации реагентов. Подобрать, однако, условия осуществления тех или иных, на первый взгляд простых, реакций, иногда не удавалось в течение ста и более лет. Такой реакцией оказалась реакция синтеза аммиака из молекулярных азота и водорода, впервые успешно осуществленная в 1913 г., после открытий Я. Вант-Гоффом и А. Ле Шателье принципа, получившего их имена. Согласно этому принципу любое изменение одного из условий равновесия вызывает смещение системы в таком направлении, которое уменьшает первоначальное изменение. Оказалось, что аммиак может синтезироваться в присутствии металлоорганического катализатора (первоначально специально обработанного железа) при высоком давлении и нормальной температуре.

Термодинамическое воздействие оказывает влияние на направленность реакции, а вот функции управления скоростью химической реакцией выполняет химическая кинетика, ускоряя или замедляя реакции с помощью катализаторов и ингибиторов, соответственно. Химический катализ был открыт в 1812 г. русским химиком Константином Кирхгофом (не путать с немецким физиком Густавом Кирхгофом, установившим законы для электрической цепи, первооткрывателем спектроскопии вместе с Р. Бунзеном и т. д.). Среди катализаторов особая роль принадлежит ферментам, своеобразным живым катализаторам, сыгравшим ключевую роль в возникновении жизни.

1. **Концепции и принципы эволюционной химии и самоорганизации эволюционных химических систем**

Система и концепции эволюционной химии стали формироваться в 60-70-е годы XX века и в своей основе отвечают давней мечте химиков освоить и перенять опыт лаборатории живого организма, понять, как из неорганической (косной) материи возникает органическая, а затем и живое вещество — жизнь. Здесь опять можно упомянуть И. Берцелиуса, а дополнительно немца Ю. Либиха, француза М. Бертло.

Наш выдающийся химико-физик, Нобелевский лауреат по химии Николай Николаевич Семенов представлял химические процессы в тканях растений и животных как химическое производство живой природы, как производство неких «молекулярных машин» совершенно исключительной точности, быстроты и необычайного совершенства. Это подтверждается открытым недавно синтезом больших белковых молекул со строгим чередованием аминокислот. Клетки имеют в своем составе субмикроскпические «сборные заводики» — рибосомы, содержащие рибонуклеиновые кислоты (РНК), как сборные «машины». Каждый вид коротких молекул транспортных РНК захватывает один определенный вид аминокислот, несет их в рибосому и ставит каждую аминокислоту на свое место согласно информации, содержащейся в молекулах РНК. Тут же к аминокислотам подходят катализаторы-ферменты и осуществляют «сшивку» аминокислот в одну молекулу белка со строгим чередованием. Это настоящий природный завод, строящий молекулу по плану, выработанному организмами в процессе эволюции. Вот эти планы живых организмов и предполагается использовать в новой эволюционной химии.

А начиналось это направление в трудах великого французского биолога Луи Пастера при исследовании процесса брожения, осуществляемого деятельностью молочнокислых бактерий. Из своих наблюдений Пастер сделал вывод об особом уровне материальной организации ферментов, что в конечном итоге привело к созданию такой науки, как ферментология, к успехам эволюционного катализа и молекулярной биологии. Так было установлено, что состав и структура биополимеров имеют единый набор для всех живых организмов и что одни и те же физические и химические законы управляют как абиогенными процессами, так и процессами жизнедеятельности. Кроме того, была доказана уникальная специфичность живого, проявляющаяся не только на высших уровнях организации клетки, но и в поведении фрагментов живых организмов на молекулярном уровне, на котором также действуют закономерности других уровней.

Специфика молекулярного уровня живых и неживых систем — в существенном различии принципов действия ферментов и катализаторов, в различии механизмов образования полимеров и биополимеров. Структура указанных полимеров определяется только генетическим кодом (сегодня точно известным науке), и, наконец, в таком поразительном факте, что многие химические реакции окислительно-восстановительного характера могут происходить в клетке без непосредственного контакта между реагирующими молекулами. Таким образом, в живых организмах могут происходить и происходят такие химические превращения, которые, казалось бы, невозможно было встретить в неживой природе. Но постепенно они стали доступны химикам, когда удалось освоить каталитический опыт природы, живой клетки.

Факт того, что ферментный катализ играл решающую, фундаментальную роль в процессе перехода от химических систем к системам биологическим, т. е. на пред биологической стадии эволюции, в настоящее время подтверждается многими данными. Исключительно важную роль сыграла реакция по самоорганизации химических систем, проведенная выдающимся советским биохимиком Борисом Павловичем Белоусовым, затем тщательно изученная А. М. Жаботинским, вошедшая в арсенал современной эволюционной химии под названием реакции Белоусова -Жаботинского. Эта реакция сопровождается образованием специфических пространственных и временных структур (например, периодическое чередование цвета жидкости) за счет поступления новых и удаления использованных химических реагентов. Вот в этих реакциях самоорганизации как раз решающая роль принадлежит именно каталитическим процессам.

Понятие «самоорганизации» (более подробно см. в гл. 12) означает упорядоченность существования материальных динамических, качественно изменяющихся систем. Роль каталитических процессов в них усиливается по мере усложнения состава и структуры химических систем. Отрадно, что определяющее значение в исследовании этого плана сыграли работы отечественных ученых И. В. Березина, А. А. Баландина и особенно А. П. Руденко, создавшего в 1964-1969 гг. единую теорию химической эволюции и биогенеза. Эта теория решает в комплексе вопросы о движущих силах и механизмах эволюционного процесса, т. е. о законах химической эволюции, отборе элементов и структур и их причинной обусловленности, уровне химической организации и иерархии химических систем как следствия эволюции. Сущность теории Руденко состоит в утверждении и обосновании принципа того, что химическая эволюция представляет собой саморазвитие открытых каталитических систем, и, следовательно, эволюционирующим веществом являются катализаторы. В ходе реакций происходит естественный отбор тех каталитических центров, которые обладают наибольшей активностью.

Александр Прокопьевич Руденко сформулировал основной закон химической эволюции, согласно которому с наибольшей скоростью и вероятностью образуются те пути эволюционных изменений катализатора, на которых происходит максимальное увеличение его абсолютной активности.

Следует также отметить, что эволюционный процесс предполагает особый дифференцированный отбор лишь тех химических элементов и соединений, которые являются основным строительным материалом для образования биологических систем. В связи с этим достаточно упомянуть, что более чем из ста химических элементов лишь шесть — углерод, водород, кислород, азот, фосфор и сера — общая весовая доля которых в организмах составляет 97,4%, получивших название органо- или биогенов, служат основой для построения живых систем.

**Список литературы:**

1. Горохов В.Г. Концепции современного естествознания. — М., 2003. — 412 с.
2. Степин В.С., Горохов В.Г., Розов М.А. Философия науки и техники. — М., 1995. — 384 с.
3. Крюков Р. В. Концепции современного естествознания (конспект лекций). — М., 2005. — 176 с.
4. Галимов Э.М. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции. — М., 2001. — 256 с.
5. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизации сложных систем. — М., 1994.