

ЛЕКЦИЯ 5 ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ

1 Формы движения материи

Окружающий нас мир богат своими формами и многообразием происходящих в нем явлений. Все существующее представляет собой различные виды движущейся материи, которые находятся в состоянии непрерывного движения и развития. Движение как постоянное изменение присуще материи в целом и каждой ее мельчайшей частице. Можно выделить следующие формы движения материи:

- нагревание и охлаждение тел;
- излучение света;
- электрический ток;
- химические превращения;
- жизненные процессы и т.д.

Формы движения характеризуются тем, что одни могут переходить в другие, например, механическое движение может переходить в тепловое, тепловое – в химическое, химическое – в электрическое и т.д. Эти переходы свидетельствуют о единстве и непрерывной связи качественно разных форм материи. Но при всех разнообразных переходах одних форм движения в другие соблюдается основной закон природы – закон вечности материи и ее движения, который распространяется на все виды материи и все формы ее движения: ни один из видов движения материи и ни одна из форм ее движения не могут быть получены из ничего и превращены в ничто.

2 Вещества и их свойства

Веществом называется отдельный вид материи, обладающий при данных условиях определенными физическими свойствами. Примеры вещества: кислород, вода, железо.

Для того чтобы установить свойства вещества, нужно иметь его в чистом виде, но в чистом виде вещества в природе не встречаются. Природные вещества представляют из себя смеси, состоящие иногда из очень большого числа различных веществ. Так, например, природная вода всегда содержит растворенные в ней соли и газы. Иногда очень малое содержание примеси может привести к очень сильному изменению некоторых свойств вещества. Например, содержание в цинке лишь сотых долей железа или меди ускоряет его взаимодействие с соляной кислотой в сотни раз. Когда одно из веществ находится в смеси в преобладающем количестве, вся смесь обычно носит его название.

Чистое вещество всегда однородно, смеси же могут быть однородными и неоднородными. Однородными называются смеси, в которых ни непосредственно, ни при помощи микроскопа нельзя обнаружить частиц этих веществ вследствие ничтожно малой их величины. Такими смесями являются смеси газов, многие жидкости, некоторые сплавы. В неоднородных смесях неоднородность можно обнаружить при помощи микроскопа или даже невооруженным глазом. Примерами неоднородных смесей могут служить различные горные породы, почва, пыльный воздух, мутная вода. Кровь, например, тоже относится к неоднородным смесям, и при рассмотрении в микроскоп можно увидеть, что она состоит из бесцветной жидкости, в которой плавают красные и белые тельца.

Химическими называются явления, при которых из одних веществ образуются другие, новые вещества, а наука, изучающая превращение вещества, называется химией. Она изучает состав и строение веществ, зависимость их свойств от состава и строения веществ, условия и пути превращения одних веществ в другие.

Химические изменения всегда сопровождаются изменениями физическими, поэтому химия и физика тесно связаны. Химия также тесно связана с биологией, так как биологические процессы сопровождаются непрерывными химическими превращениями. Однако каждая форма движения имеет свои особенности, и химические явления не сводятся к физическим процессам, а биологические – к химическим и физическим.

3 Энергетические эффекты химических реакций

Молекулы состоят из атомов. Возможны два вида молекул: содержащие одинаковые атомы и молекулы, содержащие два или более различных атомов. Эти два вида молекул имеют разные названия:

- элемент – состоит из атомов только одного вида;
- соединение, или сложное вещество, – состоит из двух или более различных атомов.

Один моль каждого индивидуального вещества обладает определенным теплосодержанием, равно, как и определенной массой. *Теплосодержание* является мерой энергии, накапливаемой веществом при его образовании. Тепловой эффект химической реакции равен разности между теплосодержанием ее продуктов реакции и теплосодержанием реагирующих веществ. Если теплосодержание реагирующих веществ больше, чем у продуктов реакции, то при такой химической реакции тепло выделяется и она называется экзотермической. Если же теплосодержание продуктов реакции больше, чем у реагирующих веществ, то при реакции тепло поглощается и такая реакция называется эндотермической.

То, что в каждом индивидуальном веществе заключено определенное количество энергии, служит объяснением тепловых эффектов химических реакций. Теплосодержание иногда называют химической энергией, так как его величина тесно связана с химическим составом вещества.

Каждый атом обладает энергией, часть которой связана с электронами и часть – с ядром. Электроны в атоме обладают кинетической энергией, и поскольку они притягиваются ядром и отталкиваются друг от друга, то и

потенциальной энергией. Алгебраическая сумма кинетической и потенциальной энергий и составляют энергию, необходимую для отрыва электрона от атомного ядра. Ядро же каждого атома – колоссальный источник энергии, которая связана с взаимодействием ядерных частиц – нуклонов.

Так как атомные ядра при химических реакциях не испытывают изменений, энергия ядер не изменяется. Поэтому энергия ядер не входит в теплосодержание молекул.

При нагревании твердого вещества увеличивается кинетическая энергия колебательного движения молекул около мест, занимаемых ими в кристаллической решетке. С повышением температуры эти тепловые колебания все больше нарушают упорядоченное строение кристалла. Когда же такое хаотическое тепловое движение молекул становится слишком быстрым, кристаллическая решетка полностью разрушается. При температуре, выше которой кинетическая энергия частиц обуславливает столь быстрое хаотическое движение, что кристаллическая решетка больше не может оставаться устойчивой, происходит фазовый переход – плавление твердого вещества.

В жидкости каждая молекула обладает значительно большей свободой движения, особенно поступательного и вращательного. При нагревании жидкости молекулярное движение усиливается. Кинетическая энергия обуславливает хаотическое движение, приводящее к распределению молекул по возможно большему объему. Поэтому с ростом температуры по мере увеличения энергии движения все большее число молекул может удалиться из жидкой фазы туда, где потенциальная энергия минимальна. При этом происходит другой фазовый переход – испарение жидкости.

Если продолжать нагревать вещество, то наступит момент, когда кинетическая энергия колебательного, вращательного и поступательного движений по величине станет сравнима с энергией химических связей. Тогда молекулы начинают разрушаться. По этой причине на Солнце не обнаружены молекулы, содержащие более чем два атома: только самые простые, двухатомные молекулы. Температура на Солнце настолько высока (6000 К), что более сложные молекулы не могут существовать.

Если дальше продолжать нагревание, то в конце концов достигается температура, при которой кинетическая энергия настолько возрастает, что разрушаются ядра. Тогда начинаются ядерные реакции. Предполагается, что на некоторых звездах существуют условия, благоприятные для быстрых ядерных реакций. Затраты энергии при химических реакциях в 10—100 раз больше, чем при фазовых переходах.

4 Равновесие в химических реакциях

Под равновесием обычно понимается состояние, в котором свойства системы, определенные экспериментально, не претерпевают дальнейшего изменения даже по истечении определенного промежутка времени. Таким образом, равновесие характеризуется постоянством макроскопических свойств. Равновесие может осуществляться только в замкнутой системе, содержащей постоянное количество вещества при постоянной температуре. Постоянство свойств обусловлено равновесием между двумя противоположными процессами, которые не прекращаются и после установления равновесия, – растворимостью и осаждением. При равновесии микроскопические процессы продолжают, но они взаимно уравниваются, поэтому никаких макроскопических изменений не наблюдается.

Факторами, влияющими на состояние равновесия, являются концентрация и температура. Именно от этих факторов зависит скорость реакции. Равновесие достигается, когда скорости прямой и обратной реакций становятся одинаковыми. Любой фактор, который изменяет скорость прямой или обратной реакции, может оказывать влияние на состояние равновесия. При изменении концентрации реагирующих веществ (или продуктов реакции) изменяются и их равновесные концентрации. При изменении температуры тоже изменяются равновесные концентрации. Катализаторы, повышающие скорости реакции, однако, не изменяют состояния равновесия. Следовательно, любой катализатор оказывает одинаковое влияние на скорости прямой и обратной реакций.

Модель, объясняющая равновесие

Фактором, влияющим на течение реакции, является температура. При любой температуре, кроме абсолютного нуля, происходит непрерывное беспорядочное движение молекул. Одни молекулы имеют низкую кинетическую энергию, другие – высокую. Некоторые молекулы иногда приобретают энергию, достаточную для подъема «наверх» и образования менее устойчивого состояния. С одной стороны, превращения, в которых участвуют молекулы, идут в направлении образования соединений с минимальной энергией. С другой стороны, реакции, происходящие между молекулами, в конце концов приводят к установлению динамического равновесия, когда при данной температуре системы молекул в результате беспорядочного движения будут с одинаковой скоростью переходить в состояние с повышенной энергией и «скатываться» на более низкие энергетические уровни.

Таким образом, можно отметить следующие характерные черты химических реакций:

1. Химические реакции протекают самопроизвольно в направлении достижения равновесия.
2. Фактором, определяющим состояние равновесия, является энергия. Равновесие стремится сместиться в сторону образования веществ с минимальной энергией.
3. Другим фактором, определяющим состояние равновесия, является беспорядочность движения, обусловленная температурой. Равновесие стремится сместиться в сторону максимальной беспорядочности движения.
4. Состояние равновесия определяется одновременно обоими факторами: минимальной энергией и максимальной беспорядочностью движения.

При очень низких температурах преобладающим фактором является беспорядочное тепловое движение молекул. В этом случае равновесие благоприятствует произвольному распределению исходных веществ и продуктов реакции. Это и есть модель для объяснения химических реакций и равновесия. При очень высоких температурах преобладающим фактором является беспорядочное тепловое движение молекул. В этом случае равновесие благоприятствует произвольному распределению исходных веществ и продуктов реакции.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ