
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИЗЛОЖЕНИЯ ТЕМЫ «ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ» В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ХИМИИ

А.С. Тихонов

*Минск, Белорусский государственный педагогический
университет имени Максима Танка*

Научно-техническую основу содержания химического образования составляют важнейшие понятия и законы химии, в том числе учение о закономерностях протекания химических реакций. Знания о них необходимы при создании и управлении различными производствами.

Прочному усвоению учебного материала по химии способствует решение задач. Но на начальном этапе изучения этого предмета в 7-м классе у школьников возникают трудности, связанные с непониманием того, что показывает уравнение реакции. В основном это обусловлено тем, что для уяснения сути химической реакции семикласснику предлагается усвоить понятия о таких физических величинах как химическое количество вещества n_B , молярная масса вещества M_B , молярный объём газов V_m .

Очевидно, что без знаний о строении атома, основных видах химической связи, межмолекулярном взаимодействии, типах кристаллических решёток сделать это довольно трудно. Поэтому представляется целесообразным перенести изучение этих понятий на более поздние сроки.

На I этапе учения о химической реакции учащиеся должны усвоить, что это явление, при котором в связи с изменением состава молекул происходит превращение одних веществ в другие. Эти превращения химии представляют в виде уравнений химических реакций.

Уравнение реакции показывает:

1) качественную сторону, т.е. какие вещества вступили во взаимодействие и какие образовались;

2) количественную сторону - закон сохранения массы в химических реакциях как следствие закона сохранения атомов в них.

Учащиеся усваивают, что уравнение реакции – это форма записи, при которой реагенты и продукты представлены через их химические формулы. Для того, чтобы отразить сохраняемость чисел атомов, которые входят в состав исходных веществ и продуктов реакции, используют коэффициенты – числа, стоящие перед формулами веществ в уравнении реакции.

Количественную сторону химических реакций целесообразно рассмотреть на модельных схемах и на уравнениях реакций, в которых участвуют единичные атомы и молекулы (микрорпорции веществ).

Начальный этап завершается изучением оксидов, оснований, кислот, солей и реакций между ними.

На II этапе формирования понятий о химической реакции после изучения в 8 классе перечисленных ранее тем учебной программы следует дать определения и объяснить физический смысл величин n_B , M_B , V_m . Эти величины количественно характеризуют макрорпорции веществ, в которых числа атомов, молекул, формульных единиц (далее – элементарных объектов) порядка 10^{23} .

Главная из этих величин *химическое количество вещества*. Общеупотребительный термин «количество» подразумевает как массу, объём, концентрацию, массовую долю вещества, так и число элементарных объектов в нём. Если перед словом «количество» химики ставят прилагательное «химическое», то этим показывают, что имеют в виду число элементарных объектов в порции вещества.

Согласно рекомендациям IUPAC определяющая формула этой величины следующая:

$$n_B = N_B / N_A \quad (1)$$

где: B - элементарный объект; n_B - химическое количество вещества;
 N_B - число элементарных объектов в порции вещества.

Отсюда следует, что химическое количество вещества – это величина, равная отношению числа элементарных объектов в его порции к постоянной Авогадро. Подобно тому, как численность войск определяют числом дивизий, не называя общее число солдат, так и химическое количество вещества определяют *молями*, не указывая число элементарных объектов в нём.

Поскольку в настоящее время ещё только разрабатываются приборы для подсчёта элементарных объектов, формулу (1) на практике не применяют. Показано [1], что подсчёт элементарных объектов в веществе можно заменить взвешиванием его порции. В таком случае величину n_B вычисляют по формуле:

$$n_B = m_B / M_B \quad (2)$$

где: m_B – масса порции вещества; M_B - молярная масса вещества.

Знаменатель в формуле (2) – это величина, называемая *молярной массой*. Она равна отношению массы порции твёрдого или жидкого вещества к числу составляющих вещество элементарных объектов в молях:

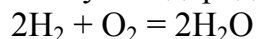
$$M_B = m_B / n_B \quad (3)$$

Объясняется, численное значение молярной массы вещества равно его относительной молекулярной массе.

Для газообразных веществ величиной, связывающей объём порции газа с числом образующих её молекул в молях, является *молярный объём*:

$$V_m = V / n \quad (4)$$

На заключительном III этапе в X классе подробно разбирается вопрос о том, какая количественная информация заключена в уравнении реакции. На примере взаимодействия двух молекул водорода с молекулой кислорода:



показано, что они взаимодействуют между собой в числовом соотношении 2 : 1. Оно предопределено электронной конфигурацией атомов кислорода ($1s^2 2s^2 2p^6$), которые могут образовать с двумя атомами водорода только 2 ковалентные связи. Такие целочисленные соотношения атомов и молекул называют *стехиометрическими соотношениями*, а образующиеся химические соединения – *стехиометрическими соединениями*.

Уравнение данной реакции можно представить и для макропорций веществ с астрономически большими числами молекул порядка 10^{23} . Поскольку числовое соотношение молекул H_2 и O_2 справедливо для любых порций вещества, мы можем умножить коэффициенты в уравнении реакции на число Авогадро. В таком случае получим соотношение химических количеств водорода, кислорода и воды:

$$n(\text{H})_2 : n(\text{O})_2 : n(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 1 : 2$$

Отсюда следует, что соотношение чисел молекул реагентов и чисел молекул продуктов, выраженное в уравнении реакции стехиометрическими коэффициентами, есть в то же время и соотношение химических количеств веществ.

Приведенные соотношения составляют суть основного закона стехиометрии на примере конкретной реакции водорода с кислородом.

Если записать в общем виде уравнение реакции с участием твёрдых и жидких веществ $aA + bB = cC + dD$, в котором строчные буквы – это коэффициенты, а прописные – формулы веществ, то математически основной закон стехиометрии запишется как [2]:

$$n(A) : n(B) : n(C) : n(D) = a : b : c : d \quad (5)$$

Из (5) следуют частные соотношения:

$$n(A) / n(B) = a / b \quad (6)$$

$$n(A) / n(C) = a / c \text{ и т.д.}$$

Для реакций, в которых принимают участие газообразные вещества, этот закон представлен в виде:

$$V(A) : V(B) : V(C) : V(D) = a : b : c : d \quad (7)$$

Из основного закона стехиометрии следует, что, зная величину химического количества хотя бы одного из участников реакции, можно легко найти химические количества всех остальных.

Если по условию задачи нужно найти массы или объёмы реагентов или продуктов, то используют преобразованные формулы (3) и (4).

Приступать к решению задач учащимся следует после того, как они потренируются в определении химических количеств веществ при изменении количества одного из них согласно уравнению химической реакции.

Список литературы

1. Тихонов, А.С. Рекомендации по применению международной системы единиц физических величин в химии / А.С. Тихонов // *Хімія: проблеми викладання*. – 1999. – №2. – С. 26-47
2. *Химия. 10 класс* / В.В. Ерёмин и др. – М.: Дрофа, 2008. – С. 34.