

§ 3. Химические реакции

В окружающем нас мире одни вещества превращаются в другие. Это происходит не только в химических лабораториях или на промышленных предприятиях, но и в недрах Земли, на ее поверхности, в океанах, в атмосфере. *Процессы превращения одних веществ в другие называют химическими реакциями.* В ходе химических реакций одни вещества разрушаются, другие — образуются, но атомы, из которых они построены, не изменяются.

Изучение химических превращений, условий их протекания, состава и свойств веществ — основная задача химии, одной из важнейших областей науки и практической деятельности человека.

Отличить химические реакции от других процессов можно по ряду характерных признаков: изменению цвета, выделению газа, образованию или исчезновению осадка, излучению света, выделению теплоты и появлению запаха (рис. 2).

Суть любой химической реакции отображается условной записью, которая называется **уравнением химической реакции** или просто **химическим уравнением**. Условной она называется потому, что химики договорились (условились) при записи уравнений использовать определенные символы — формулы веществ, знаки «+» и «=», стрелки вверх «↑» (для обозначения газов) и вниз «↓» (для обозначения осадков нерастворимых веществ), например:

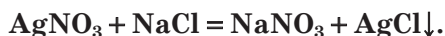
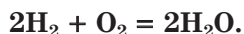


Рис. 2. Признаки химических реакций: 1 — выделение газа; 2 — излучение света и выделение теплоты; 3 — образование осадка; 4 — изменение цвета

Часто используются и некоторые другие символы: t — нагревание, p — повышенное давление, э — электрический ток, $h\nu$ — облучение, свет.

Уравнение химической реакции подобно математическому уравнению и состоит из двух частей (левой и правой), соединенных знаком равенства. В левой части уравнения записываются формулы веществ, вступающих в реакцию (реагентов), а в правой — формулы образующихся веществ (продуктов), соединенные знаком «+». Например, уравнение реакции горения водорода в кислороде имеет вид:



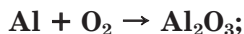
Из этого уравнения следует, что две молекулы водорода реагируют с одной молекулой кислорода с образованием двух молекул воды. Числа, стоящие в химическом уравнении перед формулами веществ, называют **коэффициентами**. Коэффициент 1 в уравнениях реакций обычно не записывается.

Для составления уравнений химических реакций необходимо соблюдать следующий порядок действий:

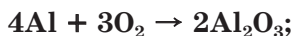
- а) составить схему реакции. В ее левой части нужно записать формулы исходных веществ и соединить их знаком «+», в правой части — формулы продуктов реакции, которые также соединить знаком «+». Затем между левой и правой частями схемы нужно поставить стрелку «→»;
- б) перед формулами веществ расставить коэффициенты, т. е. уравнять числа атомов каждого химического элемента в обеих частях схемы;
- в) заменить в схеме реакции стрелку на знак равенства «=».

Пример 1. В результате взаимодействия алюминия с кислородом образуется оксид алюминия. Составьте соответствующее уравнение реакции.

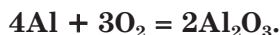
- а) Составим схему реакции:



- б) расставим коэффициенты:



- в) заменим в схеме реакции стрелку на знак равно «=»:



Пример 2. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

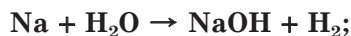


Укажем над стрелками номера превращений:

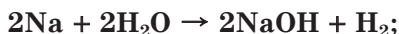


Превращение 1:

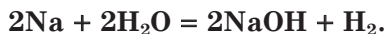
а) составим схему реакции:



б) расставим коэффициенты:

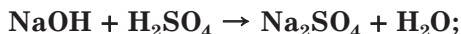


в) заменим в схеме реакции стрелку на знак равно «=»:

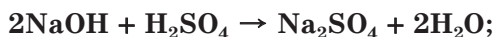


Превращение 2:

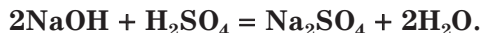
а) составим схему реакции:



б) расставим коэффициенты:



в) заменим в схеме реакции стрелку на знак равно «=»:



Вещества реагируют друг с другом в результате соприкосновения их частиц. Для выполнения этого условия твердые вещества предварительно измельчают, а смеси реагирующих веществ перемешивают. Протеканию реакций способствуют также нагревание, повышение давления, облучение светом, использование катализаторов.



Некоторые химические реакции названы именами ученых, которые их открыли. Это, например, реакция Н. А. Прилежаева. Николай Александрович Прилежаев (1877–1944) являлся одним из организаторов химического факультета БГУ, возглавлял Институт химии АН БССР. Он был основателем белорусской школы химиков-органиков.

*Химические реакции — это превращения одних веществ в другие.
Химическое уравнение — условная запись химической реакции.*

Вопросы и задания

1. Укажите, в каких случаях протекает химическая реакция, и поясните, почему:
 - а) образование опилок при распиле древесины;
 - б) горение бенгальского огня;
 - в) почернение серебряной цепочки со временем.
2. Приведите три примера процессов из повседневной жизни, в ходе которых протекают химические реакции.
3. Как называются и что показывают числа, которые стоят перед формулами веществ в уравнениях химических реакций?
4. Чем схема химической реакции отличается от уравнения химической реакции? Запишите по одному примеру схемы и уравнения химической реакции.
5. Расставьте коэффициенты в следующих схемах химических реакций:
 - а) $\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$;
 - б) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$;
 - в) $\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \text{O}_2$;
 - г) $\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$;
 - д) $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$;
 - е) $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$.
6. Составьте уравнение реакции алюминия с серной кислотой, в результате которой образуется сульфат алюминия и выделяется водород.
7. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
 - а) $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2$;
 - б) $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

Готовимся к олимпиадам

1. Масса десяти молекул вещества равна $2,99 \cdot 10^{-22}$ г. Рассчитайте относительную молекулярную массу этого вещества.

§ 4. Типы химических реакций

Изучая химию в 7-м классе, вы познакомились с различными реакциями, характеризующими химические свойства кислорода, водорода, воды, а также кислот и оснований. Давайте вспомним, как в ходе этих реакций изменялись состав и число исходных веществ.

Реакции, в которых из одного исходного вещества (обязательно сложного) образуются несколько новых (простых или сложных) веществ, относят к **реакциям разложения**, например (рис. 3):

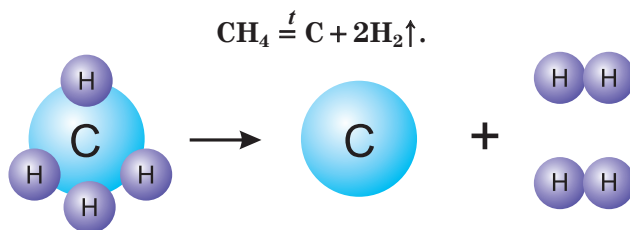


Рис. 3. Модель реакции разложения

В результате этой реакции разложения из одного сложного вещества метана CH_4 образуются два простых вещества — углерод и водород.

Продуктами реакций разложения могут быть также и сложные вещества. Примером такой реакции является образование оксида кальция CaO и оксида углерода(IV) в результате прокаливании карбоната кальция CaCO_3 :



К **реакциям соединения** относят реакции, в которых из нескольких веществ (простых или сложных) образуется только одно (обязательно сложное) вещество, например (рис. 4):

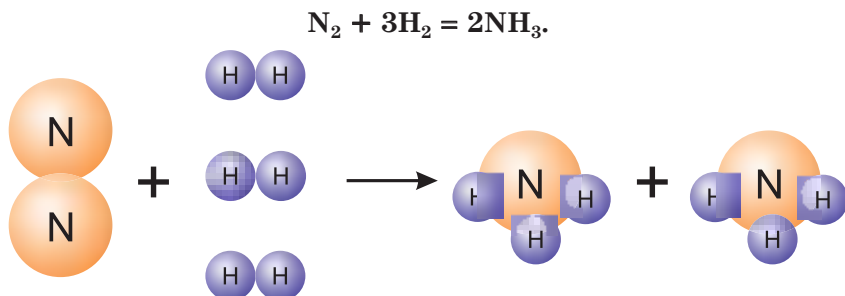


Рис. 4. Модель реакции соединения

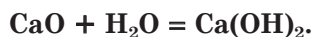
К реакциям соединения относится также взаимодействие кислорода с простыми веществами с образованием оксидов, с которыми вы познакомились в 7-м классе.

В реакции соединения вступают и сложные вещества. Например, вода соединяется с оксидом углерода(IV) с образованием угольной кислоты:



Этим объясняется кисловатый привкус газированной воды, которую получают, насыщая воду углекислым газом.

Другой пример таких реакций — соединение оксида кальция с водой:



При этом оксид кальция **CaO** превращается в гидроксид кальция — важный строительный материал.

Реакции, в ходе которых атомы простого вещества замещают атомы одного из элементов в сложном веществе, относят к **реакциям замещения**. В таких реакциях реагентами являются одно простое и одно сложное вещества, а продуктами — новое простое и новое сложное вещества, например (рис. 5):

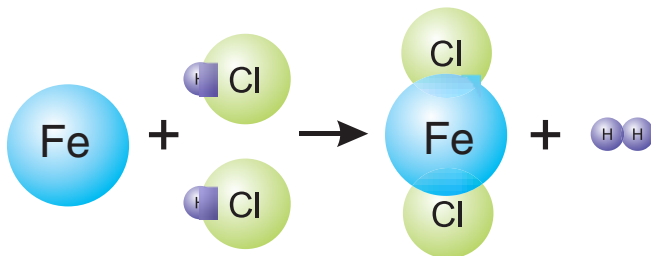
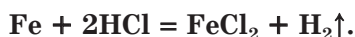
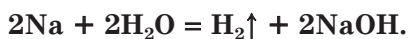


Рис. 5. Модель реакции замещения

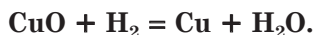
В ходе этой реакции атомы простого вещества железа **Fe** замещают атомы водорода **H** в сложном веществе **HCl**. Продуктами реакции являются новое простое вещество водород **H₂** и новое сложное вещество — соль **FeCl₂** — хлорид железа(II).

Примерами реакций замещения являются также реакции активных металлов, например натрия с водой:



При этом атомы простого вещества натрия **Na** замещают в молекулах воды атомы водорода **H**, в результате чего образуются новое простое вещество водород **H₂** и новое сложное вещество — гидроксид натрия **NaOH**.

К очень важным реакциям замещения относится уже знакомая вам реакция водорода с оксидами металлов, например с оксидом меди(II):



Такие реакции позволяют получать некоторые металлы из их оксидов.

Если в ходе химической реакции сложные вещества обмениваются своими составными частями, то такие реакции относят к **реакциям обмена**, например (рис. 6):

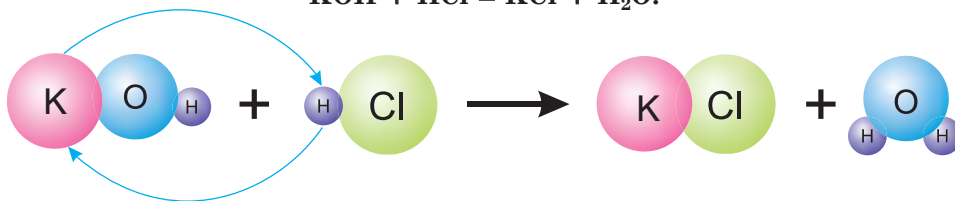


Рис. 6. Модель реакции обмена

Вспомним, что такая реакция между основанием и кислотой с образованием соли и воды в химии называется **реакцией нейтрализации**.

К реакциям обмена относится также взаимодействие солей с кислотами или с основаниями, реакции солей друг с другом. Подробнее эти процессы будут рассмотрены в одной из следующих глав.

При дальнейшем изучении химии вы познакомитесь и с другими типами химических реакций.

В зависимости от числа и состава исходных веществ и конечных веществ различают четыре типа реакций: соединения, разложения, замещения и обмена.

Вопросы и задания

1. Назовите две химические реакции, которые происходят в природе, и попробуйте определить их тип.
2. Полистайте ваше учебное пособие и попробуйте найти в других параграфах примеры уравнений реакций:
а) соединения; б) разложения; в) замещения; г) обмена.
3. Составьте уравнения химических реакций между приведенными веществами и укажите тип каждой из них:
а) цинком и соляной кислотой; б) серой и кислородом; в) гидроксидом калия и серной кислотой.

4. Расставьте коэффициенты в следующих схемах химических реакций, укажите их тип:
- а) $P + Cl_2 \rightarrow PCl_5$; в) $Al + CuCl_2 \rightarrow Cu \downarrow + AlCl_3$;
б) $Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + H_2O$; г) $MgSO_4 + KOH \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + K_2SO_4$.
5. Замените знаки вопросов на формулы необходимых веществ и расставьте коэффициенты в полученных схемах химических реакций, для каждой реакции укажите ее тип:
- а) $? + O_2 \rightarrow H_2O$; в) $Zn + ? \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$;
б) $Cu + O_2 \rightarrow ?$; г) $Fe_2O_3 + H_2 \rightarrow Fe + ?$.
6. Укажите продукты реакций следующих веществ и составьте соответствующие уравнения химических реакций:
- а) $H_2SO_4 + Fe \rightarrow$; г) $K_2O + H_2O \rightarrow$;
б) $HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow$; д) $C + O_2 \rightarrow$;
в) $CuO + H_2 \rightarrow$; е) $NaOH + HNO_3 \rightarrow$.
7. Составьте уравнения химических реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:
- а) $Ca \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2$; б) $HCl \rightarrow H_2 \rightarrow H_2O$.

Готовимся к олимпиадам

1. В газообразной смеси кислорода и азота их объемные доли были одинаковыми. К порции этой смеси объемом 240 дм^3 (н. у.) добавили углекислый газ объемом 100 дм^3 (н. у.). Во сколько раз уменьшилась объемная доля кислорода в полученной смеси?

§ 5. Химическое количество вещества

В химических лабораториях или на химических предприятиях мы имеем дело не с отдельными атомами и молекулами, из которых состоят вещества, а с порциями этих веществ. Их массы составляют от нескольких граммов до нескольких тонн.

Если необходимо взять порцию твердого вещества определенной массы, то для этого можно использовать весы (рис. 7). Если вещество жидкое, то его определенную порцию удобно



Рис. 7. Взвешивание