

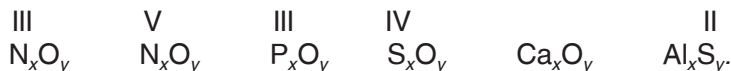
Валентность — мера способности атомов данного химического элемента соединяться с другими атомами.

Валентность атомов водорода постоянна и равна единице. Валентность атомов кислорода, за редкими исключениями, также постоянна и равна двум.

Валентность атомов большинства остальных элементов не является постоянной. Ее можно определить по формулам их бинарных соединений с водородом, кислородом или другими элементами с постоянной валентностью.

Вопросы и задания

1. Из ряда элементов — Na, P, S, Ca, Al, Cl — выберите элементы с:
а) постоянной валентностью; б) переменной валентностью.
2. Из элементов с переменной валентностью выберите пять элементов, валентность которых может быть равна единице.
3. Определите валентность элементов по формулам веществ: HCl, CH₄, KCl, NaCl, CaCl₂, AlCl₃, AgCl, H₂O, ZnCl₂.
4. Составьте химические формулы соединений с кислородом следующих элементов (в скобках указана их валентность): K, Ca, Fe(II), Fe(III).
5. Составьте формулы соединений, в состав которых входят атомы следующих химических элементов: а) Fe(III) и S(II); б) C(IV) и Cl(I); в) Mg и P(III).
6. Пользуясь данными таблицы 4, составьте химические формулы соединений с кислородом следующих химических элементов: Ag, Mg, Al.
7. Найдите индексы x и y в приведенных формулах:



§ 10. Явления физические и химические.

Признаки химических реакций

Любые изменения, которые происходят с веществами, называются **явлениями**. В зависимости от того, какие именно изменения происходят с веществами, явления делят на физические и химические. Давайте разберемся, чем же они различаются между собой.



Физические явления

Кусочек льда поместим в пробирку и начнем ее нагревать. Каждый из вас уже знает, что сначала лед расплавится и превратится в воду. При дальнейшем нагревании вода закипит, образуя водяной пар. Если этот пар охладить, он превратится в воду, а она при дальнейшем охлаждении затвердеет, образуя лед. Все это говорит о том, что лед, вода и водяной пар состоят из одного и того же вещества — воды. Таким образом, при переходе из одного агрегатного состояния в другое вода не изменяется и остается той же водой.

Нагреем тонкую стеклянную трубку в пламени спиртовки. Стекло станет мягким, и мы сможем легко согнуть трубку (рис. 32). Несмотря на то что изменилась форма трубки, она осталась такой же прозрачной и хрупкой, как и раньше, поскольку состоит из того же стекла.

Что же общего у этих, казалось бы, разных явлений, происходящих с водой и стеклом? При этих явлениях не образуются новые вещества — вода остается водой, а стекло — стеклом. Происходит лишь изменение агрегатного состояния веществ и формы тел, а состав веществ остается прежним. Это — признаки физических явлений.

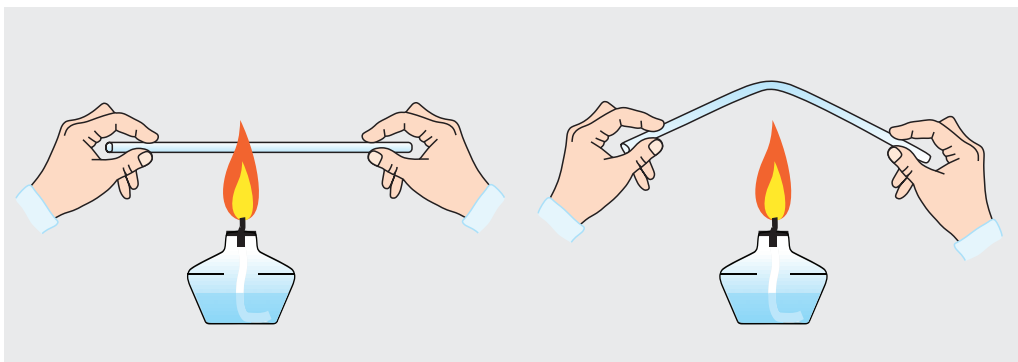


Рис. 32. Сгибание стеклянной трубки при нагревании

Физическими называются явления, при которых изменяется агрегатное состояние веществ или внешняя форма физических тел.

Такие явления постоянно происходят в природе, в повседневной жизни, в результате деятельности человека. Затвердевание оливкового масла на холоде, измельчение соли, сгибание проволоки, испарение бензина, плавление металлов (рис. 33) — все это примеры физических явлений.

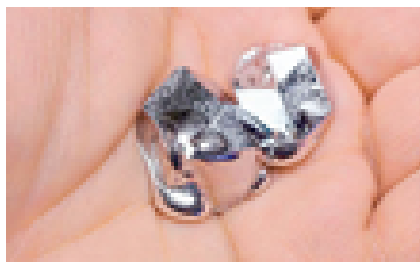


Рис. 33. Плавление металла галлия от тепла ладони

Химические явления (реакции)

В чем же суть химических явлений? Чтобы ответить на этот вопрос, давайте вспомним, что происходит с блестящим железом, если оно долго находится во влажном воздухе. Каждый из вас скажет — железо ржавеет! Оно покрывается ржавчиной — шероховатым рыжим или бурым налетом, который можно легко соскоблить ножом. Этот налет совершенно не похож на железо по цвету и плотности. Он представляет собой смесь других веществ, состоящих из атомов железа, кислорода и водорода. Таким образом, в результате ржавления вещество железо превращается в другие, совсем непохожие на него вещества. Такие явления, при которых одни вещества превращаются в другие, называются химическими явлениями или химическими реакциями.

Химические реакции — это явления, при которых происходит превращение одних веществ в другие.

Также как и физические явления, химические реакции постоянно осуществляются в окружающем нас мире. Например, горные породы и минералы под воздействием солнца,



воды, кислорода, углекислого газа постепенно разрушаются и превращаются в новые вещества. В зеленых растениях из углекислого газа и воды на солнечном свете образуются глюкоза и крахмал. В организме человека питательные вещества превращаются в новые вещества, в том числе — в углекислый газ и воду.

В химических лабораториях ученые проводят реакции для поиска и изучения новых и полезных веществ. В больших количествах их получают на химических предприятиях.

Признаки химических реакций

Каковы же признаки химических реакций? Для ответа на этот вопрос проведем несколько опытов.

Нагреем в пробирке зеленый порошок малахита (рис. 34). Через некоторое время вы увидите, что цвет порошка постепенно изменяется на черный. Это цвет нового вещества CuO , состоящего из атомов меди и кислорода. На поверхности порошка вы увидите множество маленьких «вулканчиков» из-за бурного выделения газов. Один из газов — водяной пар. Соприкоснувшись с холодными стенками пробирки, он

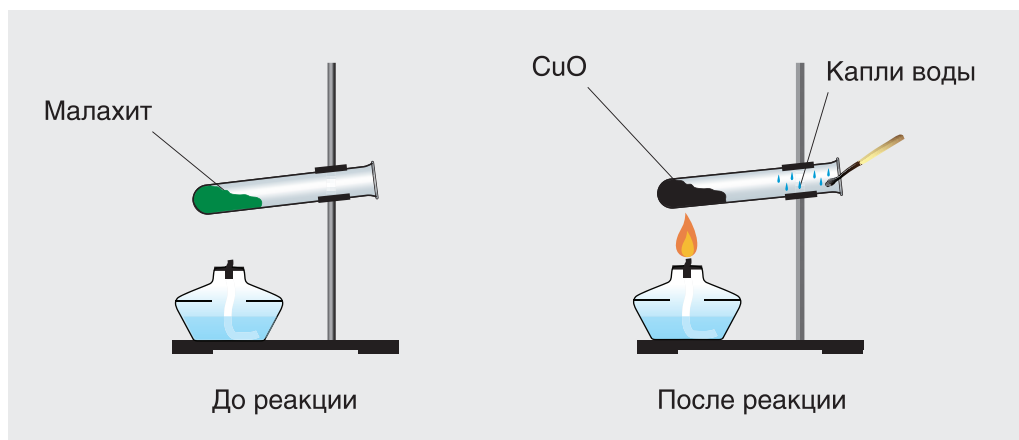


Рис. 34. Нагревание малахита

превращается в бесцветные капельки воды. Поднесем к отверстию пробирки горящую спичку — она тут же погаснет. Это значит, что при нагревании малахита выделяется и углекислый газ CO_2 , не поддерживающий горение. Наблюдая за этим опытом, вы убедились в том, что при нагревании из одного вещества — малахита образовались три новых вещества — CuO , H_2O и CO_2 . А каков же наиболее заметный признак этого превращения? Правильно! Это изменение цвета исходного вещества.

Для знакомства с другими признаками химических реакций подожжем тонкую спиральку серебристо-белого металла магния Mg . Он горит в воздухе ослепительно-ярким и очень горячим пламенем, температура которого достигает 2200°C ! (рис. 35). При этом металл магниевый превращается в новое вещество белого цвета MgO , состоящее из атомов магния и кислорода. Признаками этой реакции являются излучение света и выделение теплоты.



Рис. 35. Горение магния в воздухе



Порошок магния применяется для изготовления фейерверков и «бенгальских огней». Раньше вспышка магния использовалась для освещения объекта во время фотографирования.

Проведем еще один опыт, смешав водные растворы двух веществ. Одно из них — медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, а другое — сода Na_2CO_3 . Как только их растворы перемешаются, вы увидите сразу три признака химической реакции. Среди них уже знакомое вам изменение цвета и два новых признака —



Рис. 36. Образование осадка и выделение газа

образование осадка и выделение газа (рис. 36). Если к полученному осадку прилить раствор уксуса, осадок быстро исчезнет, растворится. Растворение осадков — еще один признак, отличающий химическую реакцию от физического явления.

К признакам химических реакций относится также появление запаха. Это происходит, например, при горении в воздухе простого вещества серы **S**. В результате реакции оно превращается в газообразное вещество **SO₂** с очень резким запахом.

Важнейшими признаками, свидетельствующими о протекании химических реакций, являются:

- изменение цвета;
- выделение газа;
- образование или исчезновение осадка;
- излучение света;
- выделение теплоты;
- появление запаха.

В большинстве случаев вещества не могут взаимодействовать друг с другом самопроизвольно. Для протекания химических реакций необходимо создавать определенные условия.

Лабораторный опыт 1

Признаки протекания химических реакций

Внимательно рассмотрите склянки с растворами веществ, выданные вам для проведения опытов. Прочитайте формулы веществ, указанные на этикетках. Соблюдайте правила безопасного поведения при выполнении опытов.

В пробирку налейте примерно 1 см^3 раствора вещества CaCl_2 и добавьте к нему столько же раствора соды Na_2CO_3 . Опишите наблюдаемые явления. Каков признак протекания данной реакции?

К полученному осадку прилейте $1\text{—}2\text{ см}^3$ раствора уксусной кислоты. Опишите наблюдаемые явления. Какие признаки химической реакции вы отметили?

Зажгите спиртовку (спичку, свечу). Какие признаки химической реакции вы наблюдаете?



Необходимое и главное условие для протекания большинства реакций между веществами — это их *соприкосновение, контакт*. Для того чтобы реакция началась, вещества нужно смешать так, чтобы они соприкоснулись, контактировали друг с другом. Твердые вещества реагируют тем лучше, чем меньше размер их частиц. Поэтому перед проведением реакций такие вещества измельчают, например, в фарфоровой ступке. Многие вещества лучше реагируют друг с другом, если они растворены в воде.

Важным условием протекания реакций является *нагревание*. В некоторых случаях оно необходимо лишь для начала реакции. Для протекания других реакций, таких как, например, разложение малахита или сахара, требуется постоянное нагревание до окончания реакции.

Иногда для начала химических реакций необходимо *освещение*. Примером является уже известная вам реакция *фотосинтеза*.



Химические реакции — это явления, при которых одни вещества превращаются в другие.

Признаками химических реакций являются изменение цвета, выделение газа, образование или исчезновение осадка, излучение света, выделение теплоты, появление запаха.

Вопросы и задания

1. Какие явления называются физическими? Приведите три примера физических явлений, которые вы можете наблюдать в повседневной жизни.
2. Какие явления называются химическими? Как они называются иначе? Перечислите важнейшие признаки химических реакций.
3. Приведите примеры химических реакций, протекающих в организме человека, в природе, в быту.
4. Опишите химические реакции, протекающие при нагревании малахита, при горении магния, при смешивании растворов медного купороса и соды.
5. Для удаления ржавчины с железных изделий их опускают в горячий водный раствор лимонной кислоты. Через некоторое время ржавчина исчезает, а жидкость окрашивается в желтый цвет. К каким явлениям — физическим или химическим — относится описанный процесс?
6. Какие признаки химических реакций наблюдаются при «извержении химического вулкана» (разложение одного из соединений хрома при нагревании) (рис. 37)? Видеозапись данного опыта можно увидеть в Интернете, набрав в поисковике «Химический вулкан».



Рис. 37. «Химический вулкан»



Домашний эксперимент

1. Аккуратно поместите несколько кристалликов «марганцовки» в стакан с водой. Опишите наблюдаемые явления. К каким явлениям относится растворение этого вещества в воде?

2. Смешайте небольшие количества (на кончике ножа) лимонной кислоты и пищевой соды. К полученной смеси добавьте немного воды. Опишите наблюдаемое явление. К какому типу явлений оно относится?

§ 11. Закон сохранения массы веществ. Химические уравнения

До сих пор при рассмотрении химических реакций вы обращали внимание на их признаки и условия, при которых одни вещества превращаются в другие. Это качественная сторона химических реакций. Сегодня вы начинаете знакомиться с количественной характеристикой этих процессов.

Те вещества, которые вступают в реакцию, называются **исходными веществами**, а те, которые образуются, — **продуктами реакций**. Но как же соотносятся между собой их массы? Может быть, масса исходных веществ больше массы продуктов, или наоборот? А может быть, их массы и вовсе одинаковы? Этот интересный вопрос долго волновал ученых. Ответ на него составляет суть одного из важнейших законов химии, с которым вы сейчас познакомитесь.

Закон сохранения массы веществ

В XVII в. английский ученый Р. Бойль исследовал влияние нагревания на массу металлов. Он провел много опытов по прокаливанию металла свинца в запаянных стеклянных сосудах. По окончании опытов Бойль вскрывал сосуды и