

## § 38 Ионные уравнения

Большинство химических реакций протекает в растворах. Растворы электролитов содержат ионы, поэтому реакции в растворах электролитов фактически сводятся к реакциям между ионами.



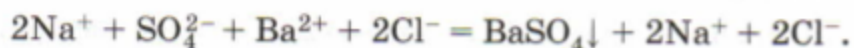
Реакции между ионами называют **ионными реакциями**, а уравнения таких реакций — **ионными уравнениями**.

При составлении ионных уравнений следует руководствоваться тем, что формулы веществ малодиссоциирующих, нерастворимых и газообразных записывают в молекулярном виде. Если вещество выпадает в осадок, то, как вы уже знаете, рядом с его формулой ставят стрелку, направленную вниз ( $\downarrow$ ), а если в ходе реакции выделяется газообразное вещество, то рядом с его формулой ставят стрелку, направленную вверх ( $\uparrow$ ).

Например, если к раствору сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  прилить раствор хлорида бария  $\text{BaCl}_2$  (рис. 132), то в результате реакции образуется белый осадок сульфата бария  $\text{BaSO}_4$ . Запишем молекулярное уравнение реакции:



Перепишем это уравнение, изобразив сильные электролиты в виде ионов, а уходящие из сферы реакции — в виде молекул:



Мы записали, таким образом, полное *ионное уравнение реакции*. Если исключить из обеих частей равенства

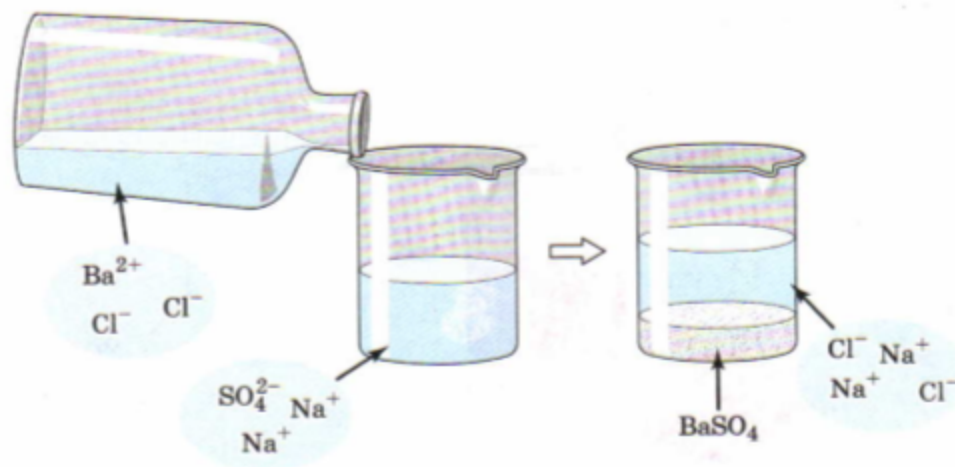
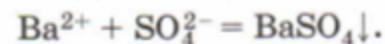


Рис. 132. Взаимодействие сульфата натрия и хлорида бария

одинаковые ионы, т. е. ионы, не участвующие в реакции ( $2\text{Na}^+$  и  $2\text{Cl}^-$  в левой и правой частях уравнения), то получим *сокращённое ионное уравнение реакции*:



Это уравнение показывает, что сущность реакции сводится к взаимодействию ионов бария  $\text{Ba}^{2+}$  и сульфат-ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ , в результате которого образуется осадок  $\text{BaSO}_4$ . При этом совершенно не имеет значения, в состав каких электролитов входили эти ионы до реакции. Аналогичное взаимодействие можно наблюдать и между  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{BaCl}_2$ .





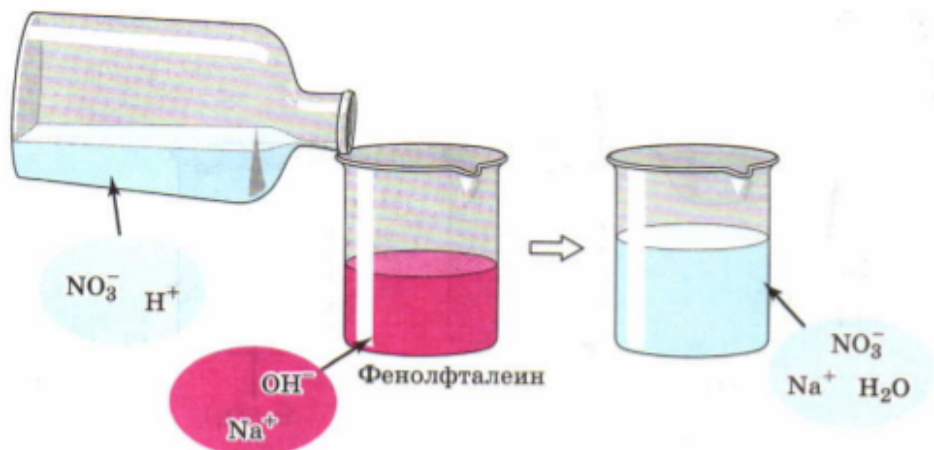


Рис. 133. Взаимодействие азотной кислоты и гидроксида натрия

Таким образом, сокращённые ионные уравнения представляют собой уравнения в общем виде, которые характеризуют сущность химической реакции и показывают, какие ионы реагируют и какое вещество образуется в результате.

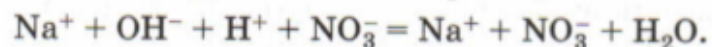


Реакции ионного обмена протекают до конца в тех случаях, когда образуется осадок, газ или малодиссоциирующее вещество, например вода.

Если к раствору гидроксида натрия, окрашенного фенолфталеином в малиновый цвет, прилить избыток раствора азотной кислоты (рис. 133), то *раствор обесцветится*, что послужит сигналом протекания химической реакции:



Полное ионное уравнение этой реакции:



Но поскольку ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{NO}_3^-$  в растворе остаются в неизменном виде, то их можно не писать, и в конечном итоге сокращённое ионное уравнение реакции записывают так:

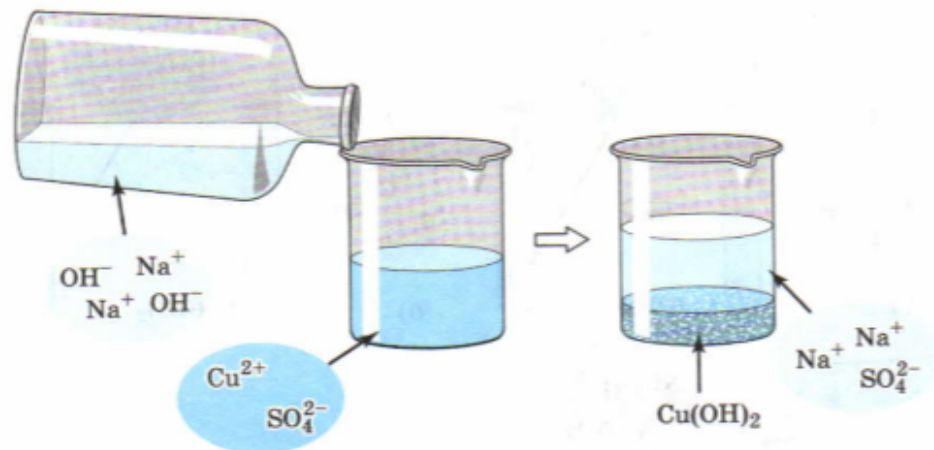
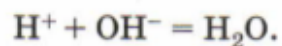


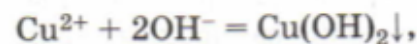
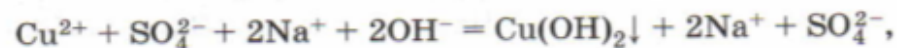
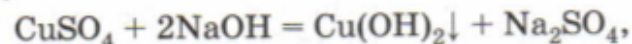
Рис. 134. Взаимодействие сульфата меди (II) с гидроксидом натрия

Оно показывает, что взаимодействие сильной кислоты и щёлочи сводится к взаимодействию ионов  $\text{H}^+$  и ионов  $\text{OH}^-$ , в результате которого образуется малодиссоциирующее вещество — вода.



Реакцию взаимодействия сильной кислоты с щёлочью называют **реакцией нейтрализации**. Это частный случай реакции обмена.

Подобная реакция обмена может протекать не только между кислотами и щелочами, но и между кислотами и нерастворимыми основаниями. Например, если получить голубой осадок нерастворимого гидроксида меди (II) взаимодействием сульфата меди (II) с щёлочью (рис. 134):



а затем поделить полученный осадок на три части и прилить к осадку в первой пробирке раствор серной кислоты, к осадку во второй пробирке — соляной кислоты, а к осадку в третьей пробирке раствор азотной кислоты,

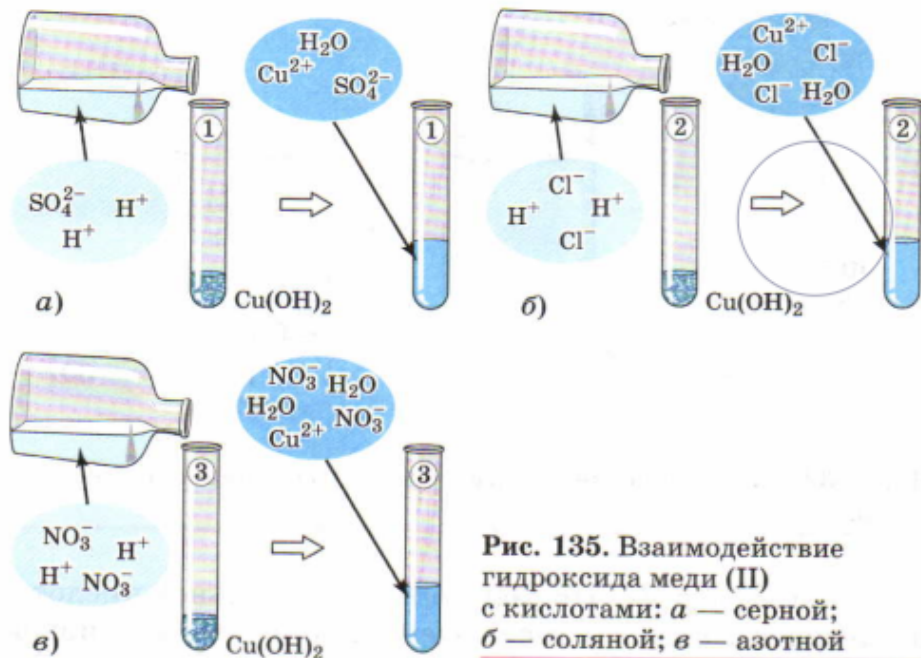
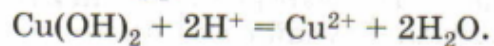


Рис. 135. Взаимодействие гидроксида меди (II) с кислотами: а — серной; б — соляной; в — азотной

то во всех трёх пробирках осадок растворится (рис. 135). Это будет означать, что во всех случаях прошла химическая реакция, суть которой и отражена с помощью одного и того же ионного уравнения.



Чтобы в этом убедиться, запишите молекулярные, полные и сокращённые ионные уравнения приведённых реакций.

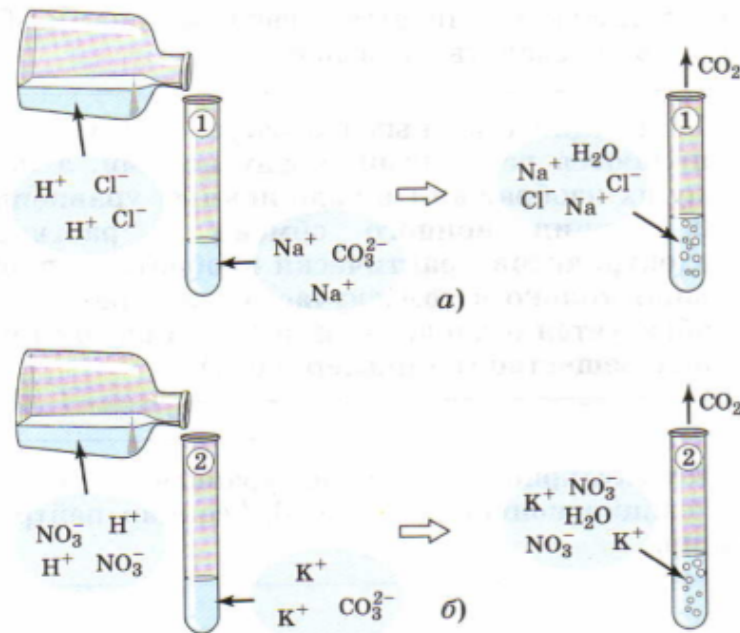


Рис. 136. Взаимодействие растворимых карбонатов: а — с соляной кислотой; б — с азотной кислотой