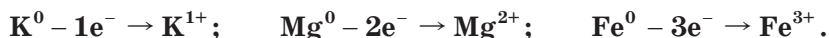


§ 43. Ряд активности металлов.

Взаимодействие металлов с растворами кислот

Как вы уже знаете, в атомах большинства металлов на внешних энергетических уровнях содержится небольшое число электронов. Поскольку они слабо притягиваются к атомным ядрам, атомы металлов «отдают» эти электроны другим атомам и превращаются в положительно заряженные ионы (катионы), например:



Как известно, процесс отдачи электронов называется *окислением*, а атомы, отдающие электроны, называются *восстановителями*. Поэтому можно сказать, что в ходе химических реакций металлы окисляются, проявляя свойства восстановителей.

Поскольку атомы металлов различаются между собой числом электронов на внешних энергетических уровнях и размерами, простые вещества металлы обладают разными восстановительными свойствами и, следовательно, разной химической активностью. Но как можно, не проводя химический эксперимент, определить, какой металл более активен, а какой — менее? На основании чего можно сравнивать активность разных металлов? Если речь идет о реакциях, протекающих в водных растворах, то химическая активность металлов определяется их положением в особом ряду, который называется *рядом активности металлов*.

Ряд активности металлов

Из курса химии 7-го класса вы помните, что все металлы по их способности вытеснять водород из растворов кислот делятся на две группы. К первой относятся те металлы, которые замещают водород в кислотах. Это, например, **Mg, Al, Zn, Fe, Sn**. Металлы второй группы, например **Cu, Hg, Au**, не вытесняют водород из кислот. Если металлы расположить в ряд по убыванию их способности вытеснять водород из растворов кислот, получится так называемый ряд активности металлов или вытеснительный ряд металлов:



В записанной последовательности металлы двух групп условно разделены формулой простого вещества водорода **H₂**.

Способность металлов вытеснять водород из кислот является проявлением их восстановительных свойств: чем выше активность металла в реакциях с кислотами, тем сильнее его восстановительные свойства. Соответственно, чем ниже активность металла, тем слабее его восстановительные свойства. Поскольку в ряду активности слева направо снижается способность металлов вытеснять водород, то их восстановительные свойства в этом направлении ослабевают. Таким образом, *ряд активности представляет собой последовательность металлов, в которой их восстановительные свойства в направлении слева направо ослабевают.*

Исходя из положения металлов в ряду активности, можно не только сравнить их восстановительные свойства, но и определить возможность взаимодействия в водных растворах с кислотами или с солями других металлов.

Взаимодействие металлов с разбавленными кислотами

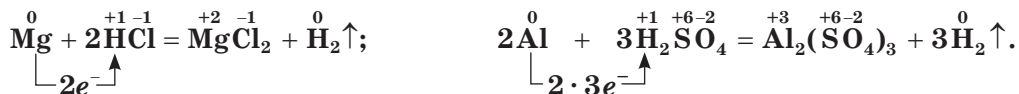
Вы уже знаете, что реакции металлов с кислотами относятся к реакциям *замещения* или *вытеснения*. Способность металлов замещать водород в кислотах определяется их положением в ряду активности.

- Металлы, расположенные в ряду активности левее водорода, вытесняют его из водных растворов серной, соляной, фосфорной и некоторых других кислот (кроме азотной). При этом, чем левее расположен металл в ряду активности, тем сильнее его восстановительные свойства и тем энергичнее (быстрее, активнее) он реагирует с кислотами.

- Металлы, расположенные в ряду активности правее водорода, не вытесняют его из водных растворов указанных кислот.

Необходимо помнить, что самые активные из металлов — щелочные металлы, например Na и K, с растворами кислот реагируют чрезвычайно бурно. Такие реакции обычно сопровождаются воспламенением, взрывом и поэтому представляют большую опасность.

В результате реакций металлов с кислотами образуются сложные вещества — соли и выделяется газообразное простое вещество водород. В ходе таких реакций происходит переход электронов от атомов металлов к катионам водорода (H^+), содержащимся в растворах кислот, в результате чего изменяются степени окисления элементов, например:



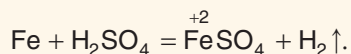
Следовательно, реакции металлов с кислотами относятся к окислительно-восстановительным процессам. Атомы металлов, отдающие электроны, являются восстановителями, в ходе реакции они окисляются:



В то же время катионы водорода, принимающие электроны, являются окислителями и в ходе реакции восстанавливаются:



Некоторые металлы проявляют разные степени окисления. Например, для железа их значения равны +2; +3; +6. Если эти металлы вытесняют водород из кислот, то в образующихся солях они всегда находятся в самой низкой степени окисления. Для железа она равна +2:



Лабораторный опыт 6

Взаимодействие металлов с растворами кислот

Умение исследовать и сравнивать активность металлов по отношению к растворам кислот является важным не только в процессе изучения химии, но и в жизни для распознавания металлов, определения возможности их практического использования.

В две пробирки осторожно налейте разбавленную хлороводородную (или серную) кислоту объемом примерно 2 см³. В первую пробирку опустите одну гранулу цинка, во вторую — кусочек медной проволоки.

Наблюдайте за изменениями, происходящими в пробирках. Сравните химическую активность металлов. Составьте уравнение химической реакции, укажите окислитель и восстановитель. Сделайте вывод об активности данных металлов в реакции с кислотами.

В химических реакциях простые вещества металлы окисляются, выступая в качестве восстановителей.

Активность простых веществ — металлов — определяется их положением в ряду активности металлов.

Ряд активности металлов — это последовательность металлов, в которой в направлении слева направо их восстановительные свойства ослабевают.

Простые вещества металлы, стоящие в ряду активности левее водорода, вытесняют его из растворов кислот (кроме азотной).

Реакции металлов с кислотами являются окислительно-восстановительными.



Вопросы и задания

1. Почему металлы различаются между собой по химической активности? Как она связана с их восстановительными свойствами?
2. Что представляет собой ряд активности металлов? Как восстановительные свойства металлов, проявляемые в водных растворах, связаны с их положением в ряду активности?
3. Как по положению металла в ряду активности можно определить его способность вытеснять водород из водных растворов кислот?
4. У какого из двух металлов восстановительные свойства в водных растворах выражены сильнее: а) Mg и Ni; б) Hg и Fe; в) Pb и Na; г) Au и Ag?
5. Представьте, что у вас есть смесь порошкообразных цинка, железа и золота, а также все необходимые реактивы. Предложите способ выделения золота из этой смеси.
6. Напишите уравнения реакций: а) магния с соляной кислотой; б) цинка с серной кислотой; в) алюминия с фосфорной кислотой. Для каждой реакции укажите вещество-восстановитель и вещество-окислитель, покажите переход электронов между ними.
7. Для полного растворения алюминия понадобилась соляная кислота массой 203 г с массовой долей HCl, равной 18 %. Рассчитайте массу прореагировавшего алюминия и объем (н. у.) выделившегося водорода.
8. Масса раствора серной кислоты составляла 150 г. В этот раствор внесли железо массой 22,4 г, которое полностью растворилось. Чему равна масса раствора после окончания реакции?

Готовимся к олимпиадам

В приключенческом романе Ж. Верна «Пять недель на воздушном шаре» описываются приключения доктора Самуэля Фергюсона со слугой Джо и другом Диком Кеннеди во время их путешествия по Африке на воздушном шаре. Объем

этого наполненного водородом шара составлял примерно 2550 м^3 (н. у.). Путешественники добывали водород путем взаимодействия железа с разбавленной серной кислотой. Рассчитайте массы указанных веществ, использованных для получения нужного объема водорода.

§ 44. Взаимодействие металлов с неметаллами

Поскольку восстановители всегда реагируют с окислителями, все химические превращения простых веществ металлов являются *окислительно-восстановительными*. Они относятся к реакциям двух типов — соединения и замещения. К реакциям соединения относятся реакции металлов с некоторыми неметаллами.

Взаимодействие металлов с неметаллами

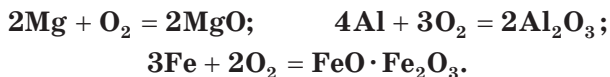
Практически все металлы, кроме золота **Au** и платины **Pt**, в определенных условиях реагируют с кислородом, образуя соответствующие *оксиды металлов*.

Активные щелочные и щёлочноземельные металлы даже при комнатной температуре быстро и энергично, с выделением теплоты, соединяются с кислородом, например:



Из-за легкой окисляемости щелочные и щёлочноземельные металлы хранят обычно под слоем минерального масла или керосина, которые препятствуют контакту металлов с кислородом воздуха (рис. 126).

Менее активные металлы (магний, алюминий, цинк, железо и др.) также реагируют с кислородом с образованием оксидов:



При комнатной температуре поверхности этих металлов покрыты тонкими и прочными *оксидными пленками*, которые предохраняют их от дальнейшего окисления. Именно из-за образования оксидных пленок металлы частично или полностью утрачивают блеск.



Рис. 126. Литий в минеральном масле