



## Лекция 15

# ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ



# Содержание

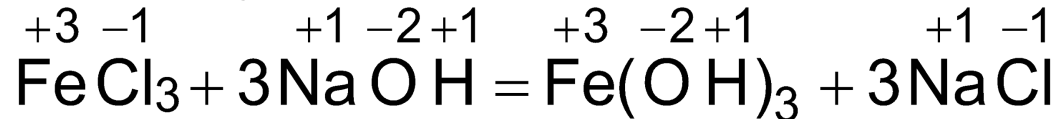
- Основные определения
  - Окислительно-восстановительные реакции
  - Степень окисления. Расчет степени окисления
  - Возможные степени окисления элементов
  - Окислитель и восстановитель, окисление и восстановление
- Типы окислительно-восстановительных реакций



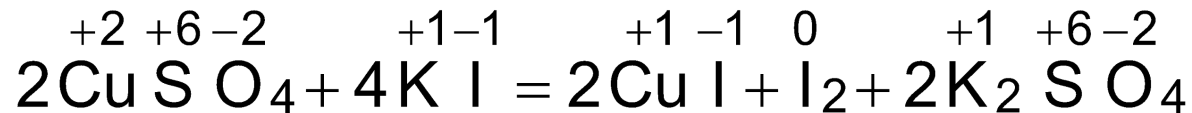
# Окислительно-восстановительные реакции

Две группы химических реакций

- реакции, в которых степень окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ, не изменяется



- реакции, в которых степень окисления атомов изменяется



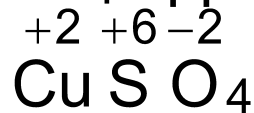
Окислительно-восстановительные реакции – в которых изменяются степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ. Изменение с. о. связано с переходом электронов от одних атомов к другим



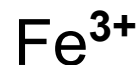
## Степень окисления -

заряд, который имел бы атом при условии, что каждая общая электронная пара полностью смещена к более электроотрицательному атому

- Степень окисления обозначают над символом элемента арабской цифрой со знаком (+) или (-) перед цифрой или римской цифрой без указания знака заряда



- Заряд простого иона в растворе, равный степени окисления, обозначают арабской цифрой, знак заряда принято ставить после цифры





# Правила расчета степени окисления

- Алгебраическая сумма степеней окисления атомов в молекуле равна нулю, в ионе – заряду иона
- С. о. атомов в простых веществах равна нулю
- С. о. в сложных веществах
  - атомов элементов IA подгруппы +1, IIA подгруппы +2
  - атомов кислорода равна -2, за исключением пероксидов, надпероксидов, озонидов и соединений с фтором, в которых с. о. кислорода равна соответственно -1, -1/2, -1/3, +2
  - атомов водорода в соединениях с неметаллами равна +1, в соединениях с металлами равна -1



# Примеры расчета степени окисления

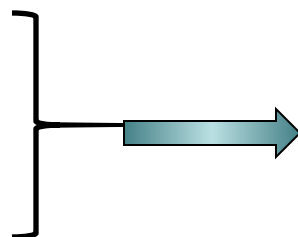
Расчет с. о. марганца в манганате калия  $K_2MnO_4$

Степень окисления

калия равна +1

кислорода равна -2

марганца равна x



$$2(+1) + x + 4(-2) = 0$$

$$x = 6$$

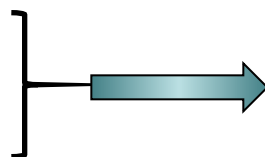
с.о. марганца +6

Расчет с. о. хрома в дихромат-ионе  $Cr_2O_7^{2-}$

Степень окисления

кислорода равна -2

хрома равна x



$$2x + 7(-2) = -2$$

$$x = 6$$

с.о. хрома +6



# Возможные высшая и низшая степени окисления металлов

Номер группы в периодической системе равен числу валентных электронов атома элемента (за исключением элементов IB, VIII B подгрупп, кислорода и фтора)

- Высшая степень окисления равна номеру группы, за исключением элементов I B и VIII B подгрупп (высшая с.о. Cu, Au +3, Ag +2, высшая с. о. элементов VIII B подгруппы, равная номеру группы, известна для Os, высшая с. о. Fe +6)
- Низшая степень окисления равна 0

Pb – элемент IVA подгруппы, металл. Высшая с.о. = +4, низшая с.о. = 0

W – элемент VIB подгруппы, металл. Высшая с.о. = +6, низшая с.о. = 0



# Возможные высшая и низшая степени окисления неметаллов

- Высшая степень окисления равна номеру группы, за исключением кислорода и фтора
- Низшая (отрицательная) степень окисления равна заряду электронов, недостающих до завершения внешнего энергетического уровня атома до восьми электронов  $\rightarrow$  № группы – 8

Br – элемент VIIA подгруппы, неметалл.

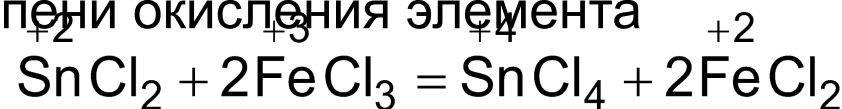
Высшая с.о. = +7, низшая с.о. = –1





# Окислитель и восстановитель, окисление и восстановление

- Восстановитель – частица (атом, молекула, ион), которая отдает электроны. Восстановитель в ходе реакции окисляется
- Окислитель – частица (атом, молекула, ион), которая принимает электроны. Окислитель в ходе реакции восстанавливается
- Окисление – отдача электронов и, следовательно, повышение степени окисления элемента
- Восстановление – присоединение электронов и, следовательно, понижение степени окисления элемента



восстановитель – ион  $\text{Sn}^{2+}$ :  $\text{Sn}^{2+} - \bar{e} = \text{Sn}^{4+} \leftarrow$  окисление

окислитель – ион  $\text{Fe}^{3+}$ :  $\text{Fe}^{3+} + \bar{e} = \text{Fe}^{2+}$  восстановление



# Окислительно-восстановительные свойства соединений

- Только окислителями являются:

простые вещества, атомы которых имеют самую большую электроотрицательность – фтор и кислород  
простые катионы с высшей степенью окисления –  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{Au}^{3+}$  и др.

сложные анионы, в которых элемент проявляет высшую степень окисления –  $\overset{+5}{\text{N}}\text{O}_3^-$ ,  $\overset{+6}{\text{S}}\text{O}_4^{2-}$ ,  $\overset{+8}{\text{Cr}}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\overset{+7}{\text{Mn}}\text{O}_4^-$  и др.

- Только восстановителями являются:

простые вещества – металлы

простые отрицательные ионы –  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$  и др.



# Окислительно-восстановительные свойства соединений

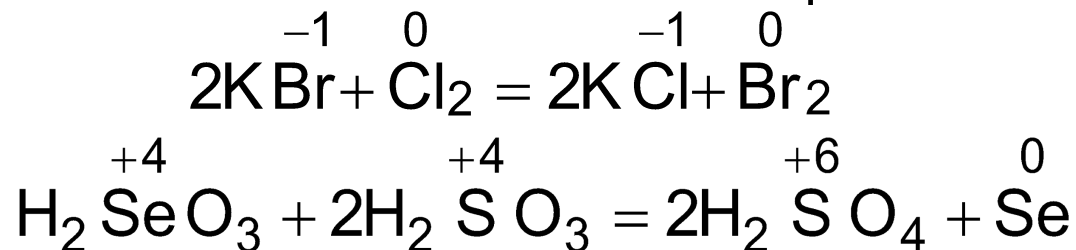
И окислителями, и восстановителями могут быть:

- простые вещества – неметаллы, кроме фтора и кислорода;
- сложные вещества, содержащие элемент в промежуточной степени окисления –  $\overset{+2}{\text{N}}\text{O}$ ,  $\overset{+4}{\text{Mn}}\text{O}_2$ ,  $\overset{+4}{\text{S}}\text{O}_2$  и др.
- простые ионы с промежуточной степенью окисления –  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  и др.;
- сложные ионы, содержащие элемент в промежуточной степени окисления –  $\overset{+3}{\text{N}}\text{O}_2^-$ ,  $\overset{+4}{\text{V}}\text{O}^{2+}$  и др.

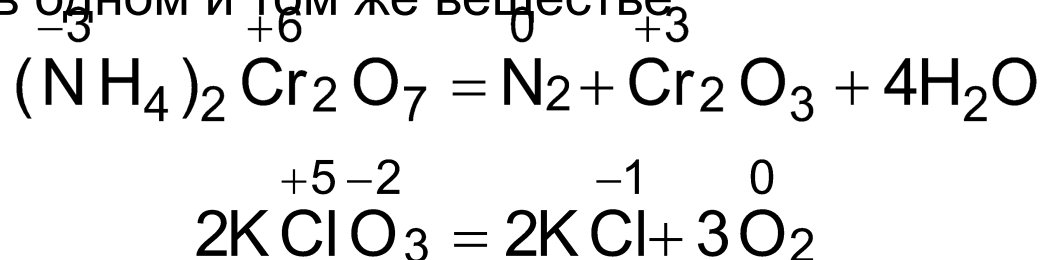


# Типы окислительно-восстановительных реакций

- Межмолекулярные реакции окисления–восстановления протекают с изменением степени окисления атомов в разных веществах



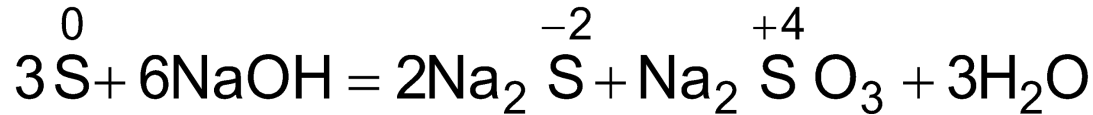
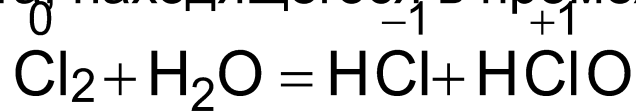
- Внутримолекулярные реакции окисления–восстановления протекают с изменением степени окисления атомов разных элементов в одном и том же веществе



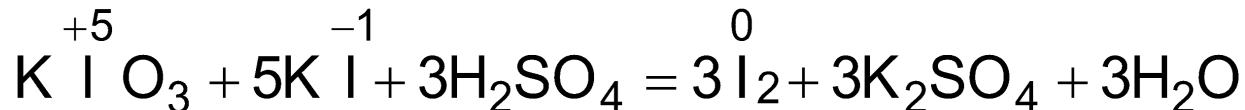
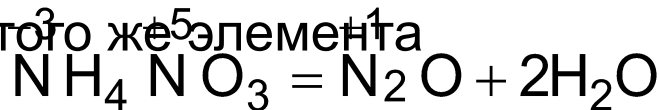


# Типы окислительно-восстановительных реакций

- Реакции диспропорционирования (самоокисления –самовосстановления) протекают с одновременным уменьшением и увеличением степени окисления атомов одного и того же элемента, находящегося в промежуточной степени окисления



- Реакции дисмутации – это внутримолекулярные или межмолекулярные реакции окисления–восстановления, которые протекают с выравниванием степеней окисления атомов одного и того же элемента





# Заключение

- Окислительно-восстановительные реакции – реакции, в которых изменяются степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ
- В окислительно-восстановительных реакциях электроны переходят от восстановителя к окислителю
- Окислитель – частица (атом, молекула, ион), которая принимает электроны; окислитель в ходе реакции восстанавливается. Восстановитель – частица (атом, молекула, ион), которая отдает электроны; восстановитель в ходе реакции окисляется
- Различают четыре типа окислительно-восстановительных реакций:
  - межмолекулярные
  - внутримолекулярные
  - диспропорционирования (самоокисления–самовосстановления)



# Рекомендуемая литература

- Никольский А.Б., Суворов А.В. Химия. - СПб: Химиздат, 2001
- Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. - М.: Высш. шк., 1994
- Карапетьянц М.Х. Общая и неорганическая химия. - М.: Химия, 2000
- Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. - М.: Высш. шк., 2007
- Неорганическая химия. В 3 т. Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии. Под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: Академия, 2004
- Лидин Р.А. Задачи по общей и неорганической химии. - М.: ВЛАДОС, 2004