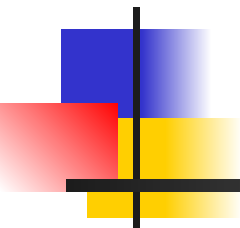


# Окислительно-восстановительные реакции. 11 класс





# Понятие окислительно-восстановительных реакций

---

Химические реакции, протекающие с изменением степени окисления элементов, входящих в состав реагирующих веществ, называются ***ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫМИ***

# *Окисление* - процесс отдачи электронов атомом, молекулой или ионом.

- Атом превращается в положительно заряженный ион:



- отрицательно заряженный ион становится нейтральным атомом:

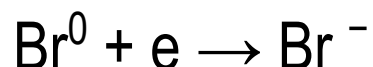


- Величина положительно заряженного иона (атома) увеличивается соответственно числу отданных электронов:



**Восстановление** - процесс присоединения электронов атомом, молекулой или ионом.

- Атом превращается в отрицательно заряженный ион




- Величина положительно заряженного иона (атома) уменьшается соответственно числу присоединенных электронов:



- или он может перейти в нейтральный атом:



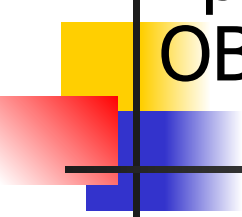


Восстановители - атомы, молекулы или ионы, *отдающие* электроны. Они в процессе ОВР **окисляются**

---

*Типичные восстановители:*

- атомы металлов с большими атомными радиусами (I-A, II-A группы), а так же Fe, Al, Zn
- простые вещества-неметаллы: водород, углерод, бор;
- отрицательно заряженные ионы:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{N}^{3-}$ . Не являются восстановителем фторид- ионы  $\text{F}^-$ .
- ионы металлов в низшей с.о.:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ;
- сложные ионы и молекулы, содержащие атомы с промежуточной с.о.:  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ; CO,  $\text{MnO}_2$  и др.

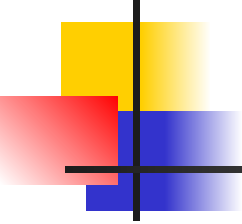


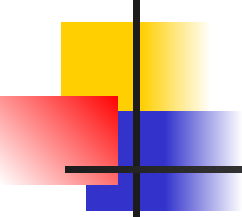
Окислители - атомы, молекулы или ионы, присоединяющие электроны. Они в процессе ОВР **восстанавливаются**

---

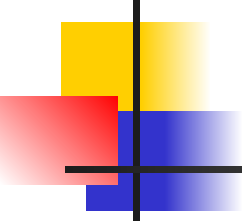
### *Типичные окислители:*

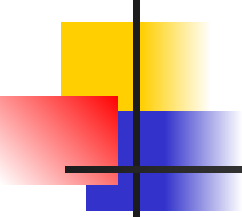
- атомы неметаллов VII-A, VI-A, V-A группы в составе простых веществ
- ионы металлов в высшей с.о.:  
 $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ag}^+$  ...
- сложные ионы и молекулы, содержащие атомы с высшей и высокой с.о.:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{ClO}_3^-$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{MnO}_2$  и др.

- 
- 
- На проявление окислительно-восстановительных свойств влияет такой фактор, как устойчивость молекулы или иона. Чем прочнее частица, тем в меньшей степени она проявляет окислительно-восстановительные свойства


- 
- 
- Например, азот имеет высокую электроотрицательность и мог бы быть сильным окислителем в виде простого вещества, но в его молекуле тройная связь, молекула очень устойчивая, азот химически пассивен.



- 
- 
- Или  $\text{HClO}$  более сильный окислитель в растворе, чем  $\text{HClO}_4$ , так как  $\text{HClO}$  – менее устойчивая кислота.

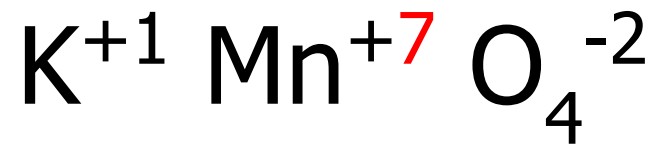
- 
- 
- Если химический элемент находится в промежуточной степени окисления, то он проявляет свойства и окислителя, и восстановителя.

# Степени окисления серы: -2,0,+4,+6

- 
- $\text{H}_2\text{S}^{-2}$  - восстановитель
  - $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$
  - $\text{S}^0, \text{S}^{+4}\text{O}_2$  – окислитель и восстановитель
  - $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$                        $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$   
(восстановитель)
  - $\text{S} + 2\text{Na} = \text{Na}_2\text{S}$                        $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$   
(окислитель)
  - $\text{H}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4$  - окислитель
  - $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

# Определение степеней окисления атомов химических элементов

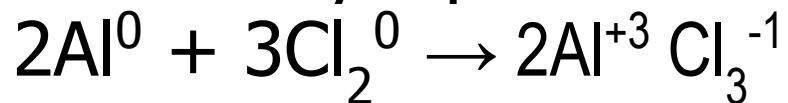
- С.о. атомов х/э в составе простого вещества = 0
- Алгебраическая сумма с.о. всех элементов в составе иона равна заряду иона
- Алгебраическая сумма с.о. всех элементов в составе сложного вещества равна 0.



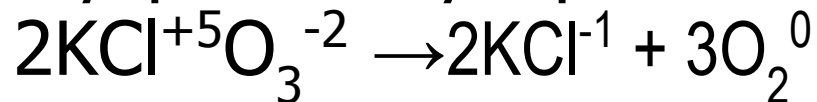
$$1+x+4(-2)=0$$

# Классификация окислительно-восстановительных реакций

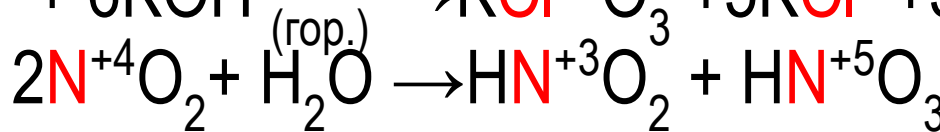
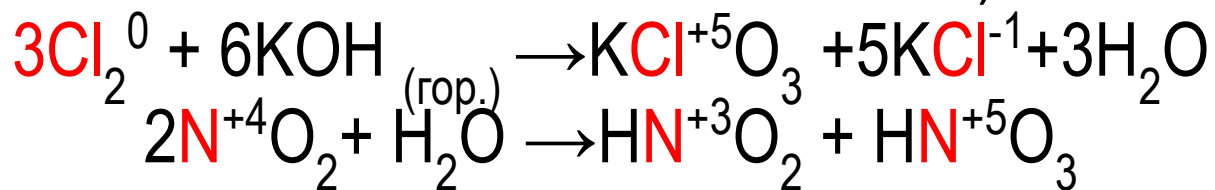
- Реакции межмолекулярного окисления



- Реакции внутримолекулярного окисления



- Реакции диспропорционирования, дисмутации (самоокисления-самовосстановления):





## Это полезно знать

---

- Степени окисления элементов в составе аниона соли такие же, как и в кислоте, например:  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2^{+6}\text{O}_7$  и  $\text{H}_2\text{Cr}_2^{+6}\text{O}_7$
- Степень окисления кислорода в пероксидах равна -1
- Степень окисления серы в некоторых сульфидах равна -1, например:  $\text{FeS}_2$
- Фтор- единственный неметалл, не имеющий в соединениях положительной степени окисления
- В соединениях  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  и др. знак электроположительного элемента водорода на втором месте



## Окислительные свойства концентрированной серной кислоты

---

### Продукты восстановления серы:

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{оч.акт. металл (Mg, Li, Na...)} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{акт. металл (Mn, Fe, Zn...)} \rightarrow \text{S}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{неакт. металл (Cu, Ag, Sb...)} \rightarrow \text{SO}_2$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{SO}_2$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{неметаллы (C, P, S...)} \rightarrow \text{SO}_2$

*Примечание: часто возможно образование смеси этих продуктов в различных пропорциях*



## Продукты восстановления перманганат – иона в различных средах

Среда	Продукт	Признак реакции
кислая	$\text{Mn}^{2+}$ (соль)	бесцветный раствор
щелочная	$\text{MnO}_4^{2-}$ (манганат-ион)	фиолетовый раствор
нейтральная	$\text{MnO}_2$	бурый осадок



# Пероксид водорода в окислительно-восстановительных реакциях

Среда раствора	Окисление (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -восстановитель)	Восстановление (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -окислитель)
кислая	$\text{H}_2\text{O}_2 - 2\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+$ $(\text{O}_2^{-2} - 2\text{e} \rightarrow \text{O}_2^0)$	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ $(\text{O}_2^{-2} + 2\text{e} \rightarrow 2\text{O}^{-2})$
щелочная	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $(\text{O}_2^{-2} - 2\text{e} \rightarrow \text{O}_2^0)$	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{OH}^-$ $(\text{O}_2^{-2} + 2\text{e} \rightarrow 2\text{O}^{-2})$
нейтральная	$\text{H}_2\text{O}_2 - 2\text{e} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+$ $(\text{O}_2^{-2} - 2\text{e} \rightarrow \text{O}_2^0)$	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{OH}^-$ $(\text{O}_2^{-2} + 2\text{e} \rightarrow 2\text{O}^{-2})$



# Азотная кислота в окислительно-восстановительных реакциях

---

## Продукты восстановления азота:

- Концентрированная  $\text{HNO}_3$ :  $\text{N}^{+5} + 1\text{e} \rightarrow \text{N}^{+4} (\text{NO}_2)$   
(Ni, Cu, Ag, Hg; **C, S, P, As, Se**); пассивирует Fe, Al, Cr
- Разбавленная  $\text{HNO}_3$ :  $\text{N}^{+5} + 3\text{e} \rightarrow \text{N}^{+2} (\text{NO})$   
(Металлы в ЭХРМ Al ...Cu; неметаллы **S, P, As, Se**)
- Разбавленная  $\text{HNO}_3$ :  $\text{N}^{+5} + 4\text{e} \rightarrow \text{N}^{+1} (\text{N}_2\text{O})$  Ca, Mg, Zn
- Разбавленная  $\text{HNO}_3$ :  $\text{N}^{+5} + 5\text{e} \rightarrow \text{N}^0 (\text{N}_2)$
- Очень разбавленная:  $\text{N}^{+5} + 8\text{e} \rightarrow \text{N}^{-3} (\text{NH}_4\text{NO}_3)$   
(активные металлы в ЭХРМ до Al)



# Значение ОВР

---

- ОВР чрезвычайно распространены. С ними связаны процессы обмена веществ в живых организмах, дыхание, гниение, брожение, фотосинтез. ОВР обеспечивают круговорот веществ в природе. Их можно наблюдать при сгорании топлива, коррозии и выплавке металлов. С их помощью получают щелочи, кислоты и другие ценные химические вещества. ОВР лежат в основе преобразования энергии взаимодействующих химических веществ в электрическую энергию в аккумуляторах гальванических элементах.