

Окислительно-восстановительные реакции протекают с изменением степеней окисления элементов.

**Восстановитель** – элемент, отдающий электроны. Его степень окисления повышается.

**Окислитель** – элемент, принимающий электроны. Его степень окисления понижается.

**Окисление** – процесс отдачи электронов.

**Восстановление** – процесс принятия электронов.

Важно! В ОВР должен быть и окислитель, и восстановитель. Иначе получится, что электроны перемещаются из ниоткуда в никуда.

- Определите степени окисления всех элементов в веществах и ионах:
 

а) $\text{Ca}(\text{ClO}_2)_2$	д) $\text{P}_2\text{O}_4^{4-}$	и) бутен-1
б) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	е) $\text{S}_2\text{O}_7^{2-}$	к) пропанол-2
в) $\text{Ba}(\text{FeO}_2)_2$	ж) $\text{H}_2\text{PO}_3^-$	л) метилацетат
г) $\text{SrO}_2$	з) $\text{SiF}_6^{2-}$	м) этиламин
- Определите, какое свойство (окислитель; восстановитель; и окислитель, и восстановитель) могут проявлять выделенные элементы в веществах:
 

а) <b>S</b> , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{SO}_2$ , $\text{K}_2\text{SO}_3$	в) <b>Mn</b> , $\text{MnCl}_2$ , $\text{MnO}_2$ , $\text{KMnO}_4$ , $\text{BaMnO}_4$
б) <b>Cl</b> , $\text{HCl}$ , $\text{KClO}$ , $\text{HClO}_3$ , $\text{NaClO}_4$	г) <b>Cr</b> , $\text{Cr}(\text{OH})_2$ , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , $\text{KCrO}_2$ , $\text{K}_2\text{CrO}_4$
- Укажите невозможные схемы реакций
 

а) $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2$	г) $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
б) $\text{NaClO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{O}_2$	д) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$
в) $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$	е) $\text{NO}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- Сравните окислительную способность простых веществ-галогенов и закончите уравнения возможных реакций:
 

а) $\text{CuCl}_2 + \text{Br}_2 =$	в) $\text{KF} + \text{Cl}_2 =$	д) $\text{LiCl} + \text{I}_2 =$
б) $\text{NaI} + \text{Br}_2 =$	г) $\text{CaBr}_2 + \text{Cl}_2 =$	е) $\text{MgI}_2 + \text{Cl}_2 =$
- Уравняйте реакции методом электронного баланса
 

а) $\text{Al} + \text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$
б) $\text{Fe} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
в) $\text{Mg} + \text{HNO}_3 = \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
г) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
д) $\text{KO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

**Важнейшие окислители:**

<b>KMnO<sub>4</sub></b>		
Кислая среда	Нейтральная среда	Щелочная среда
соль $\text{Mn}^{+2}$	$\text{Mn}^{+4}\text{O}_2\downarrow$	$\text{K}_2\text{Mn}^{+6}\text{O}_4$

<b>K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (щел.) и K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (кисл., нейтр.)</b>		
Кислая среда	Нейтральная среда	Щелочная среда
соль $\text{Cr}^{+3}$	$\text{Cr}^{+3}(\text{OH})_3\downarrow$	$\text{K}_3[\text{Cr}^{+3}(\text{OH})_6]$

<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.)</b>		
Конц. кислота + сложное вещество, неметалл или металл правее железа	Конц. кислота + щелочноземельный металл	Конц. кислота + щелочной металл, цинк или иодид
$\text{SO}_2$	$\text{S}$	$\text{H}_2\text{S}$

HNO <sub>3</sub> – сильный окислитель, никогда не выделяется водород!				
Конц. кислота + сложное вещество, неметалл или металл правее железа	Разб. кислота + сложное вещество, неметалл или металл правее железа	Конц. кислота + активный металл	Разб. кислота + активный металл	Очень разб. кислота + активный металл
NO <sub>2</sub>	NO	N <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>

Галогены:  $\text{Hal}_2 \rightarrow 2\text{Hal}^-$

Кислородсодержащие производные галогенов:  $\text{HalO}_x^- \rightarrow \text{Hal}^-$

**Некоторые восстановители и двойственные соединения:**

P, P <sup>-3</sup> , P <sup>+3</sup>	<sup>1</sup> Hal <sup>-</sup> , N <sup>-3</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		окисление Cr <sup>+3</sup>
P <sup>+5</sup>	Hal <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	NO, как окислитель	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , как восстановитель	H <sub>2</sub> O, как окислитель	O <sub>2</sub> , как восстановитель	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> в щел. среде Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> в кисл. среде

6. Впишите недостающие вещества и уравняйте реакции

- FeO + KMnO<sub>4</sub> + ... = Mn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + ... + ... + H<sub>2</sub>O
- SO<sub>2</sub> + ... + ... = MnSO<sub>4</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- H<sub>2</sub>S + ... = MnO<sub>2</sub> + S + KOH + ...
- MnO<sub>2</sub> + KCl + ... = Cl<sub>2</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + ... + ...
- Fe(OH)<sub>2</sub> + ... + ... = Fe(OH)<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub> + ...
- Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> + KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + ... + ... + ...
- Zn + KMnO<sub>4</sub> + ... → ... + MnSO<sub>4</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + ...
- SO<sub>2</sub> + K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + ... → K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + ... + H<sub>2</sub>O
- KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> + ... → CO<sub>2</sub> + ... + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O
- Ca<sub>3</sub>P<sub>2</sub> + ... + H<sub>2</sub>O → Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> + MnO<sub>2</sub> + ...
- Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + KMnO<sub>4</sub> + ... → ... + MnO<sub>2</sub> + KOH
- MnO<sub>2</sub> + KCl + ... → Cl<sub>2</sub> + ... + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O
- KNO<sub>2</sub> + ... + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → N<sub>2</sub> + FeCl<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + ... + ...
- KClO<sub>3</sub> + ... + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → I<sub>2</sub> + ... + KCl + H<sub>2</sub>O
- Cr(OH)<sub>3</sub> + Cl<sub>2</sub> + ... → K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> + ... + H<sub>2</sub>O
- CrCl<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4(конц.)</sub> → Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + ... + HCl + ...
- NaNO<sub>2</sub> + Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + ... → ... + Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O
- Na<sub>2</sub>S + HNO<sub>3(конц.)</sub> → Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + ... + ...
- FeSO<sub>4</sub> + Ca(ClO)<sub>2</sub> + ... → Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + ... + H<sub>2</sub>O

7. Какую роль выполняет перекись водорода в реакциях?

- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + KMnO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> →
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> →
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + HI →
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Fe(OH)<sub>2</sub> →

8. Сравните, как будут реагировать данные вещества с концентрированной и разбавленной серной кислотой

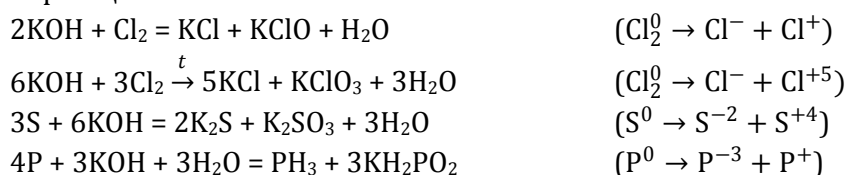
- |       |        |                                  |
|-------|--------|----------------------------------|
| а) Fe | в) CuS | д) ZnO                           |
| б) Cu | г) KI  | е) P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |

<sup>1</sup> Кроме F<sup>-</sup>

9. Запишите уравнения реакций между соединениями железа и кислотами-окислителями:
- а)  $\text{FeO} + \text{HNO}_3$  разб.      в)  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$  конц.      д)  $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$  конц.  
 б)  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{HNO}_3$  конц.      г)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3$  разб.      е)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$  конц.
10. Допишите недостающие вещества, учитывая среду, в которой протекает реакция
- а)  $\text{P}_2\text{O}_3 + \dots + \dots + \dots \rightarrow \text{MnSO}_4 + \dots + \dots$   
 б)  $\text{P}_2\text{O}_3 + \dots + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots + \dots$   
 в)  $\text{FeSO}_4 + \dots + \dots \rightarrow \text{MnSO}_4 + \dots + \dots + \text{H}_2\text{O}$   
 г)  $\text{FeSO}_4 + \dots + \dots \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots + \dots$   
 д)  $\text{P} + \text{HNO}_3 \rightarrow \dots + \text{NO}_2 + \dots$   
 е)  $\text{P} + \dots + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots + \dots$
11. С какой стороны окажется вода в итоговом уравнении?
- а)  $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + (\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{S} + \underline{\hspace{2cm}}$   
 б)  $\text{KNO}_3 + \text{Zn} + \text{KOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \underline{\hspace{2cm}}$   
 в)  $\text{P}_2\text{O}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \underline{\hspace{2cm}}$   
 г)  $\text{P} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \underline{\hspace{2cm}}$
12. Исправьте ошибки в схемах реакций
- а)  $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 б)  $\text{Ca} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 в)  $\text{S} + \text{HNO}_3$  (конц.)  $\rightarrow \text{NO}_2 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 г)  $\text{KNO}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{KOH}$

### Реакции диспропорционирования и сопропорционирования:

Диспропорционирование – это ОВР, в которой один и тот же элемент в веществе является и окислителем и восстановителем. Диспропорционируют хлор, бром, иод, сера и фосфор в растворах щелочей:



Сопропорционирование – это ОВР, в которой один и тот же элемент из разных степеней окисления переходит в одну. Если в реакции участвуют вещества, в которых один и тот же элемент имеет отрицательную и положительную степени окисления, то образуется простое вещество:



Если в реакции есть вещества с одним и тем же элементом с нулевой и положительной степенями окисления, то они встречаются в промежуточной степени окисления:



13. Обсудите возможность протекания ОВР между веществами

