ХИМИЯ

Лекция 11

Окислительно-восстановительные реакции

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Окислительно-восстановительные реакции – это реакции с изменением степеней окисления атомов элементов, входящих в состав реагирующих молекул.

Степень окисления – это заряд атома элемента в молекуле, определенный исходя из предположения об ионном строении вещества и электронейтральности молекулы.

Степень окисления показывают цифрой с зарядом над элементом: $Fe_2^{+3}O_3^{-2}$.

Рисунок 11.1 Горение белого фосфора – окислительно-восстановительная реакция

ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ

Таблица 11.1

Элемент, в составе сложного вещества	Степень окисления	Исключения
Li, Na, K, Rb, Cs	+1	-
Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn	+2	-
Al	+3	-
F	-1	-
H	+1	гидриды металлов MeH_x^{-1}
O	-2	пероксиды $H_2O_2^{-1}$, $Na_2O_2^{-1}$, надпероксиды $NaO_2^{-1/2}$, супероксиды$KO_3^{-1/3}$, фторид кислорода $O^{+2}F_2$

В простом веществе степень окисления элементов равна нулю: N_2^0, Fe^0, P_4^0

ОПРЕДЕНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТА В СЛОЖНОМ ВЕЩЕСТВЕ ИЛИ ИОНЕ И ПО ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМУЛЕ ЭЛЕМЕНТА

Таблица 11.2

Формульная единица	Порядок определения	Степень окисления хрома
[illegible]$_2$[illegible]$_3$	([illegible]$_2$[illegible]$_3^{-2}$)^0:2·x + 3·(-2) = 0	x = +3
[illegible]$_2$[illegible]$_7^{2-}$	([illegible]$_2$[illegible]$_7^{-2}$)$^{2-}$:2·x + 7·(-2) = -2	x = +6
[illegible]$_2$[illegible]$_4$	(H_2[illegible]$_4^{-2}$)^0:2·(+1) + x + 4·(-2) = 0	x = +6
[illegible]	1[illegible]^{2}2[illegible]^{2}2[illegible]^3	от -3 до +5
[illegible]	1[illegible]^{2}2[illegible]^{2}2[illegible]^{6}3[illegible]^{2}3[illegible]^4	от -2 до +6

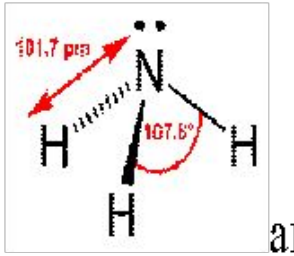
СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ И ВАЛЕНТНОСТЬ

Степень окисления для большинства соединений имеет условный характер, так как не отражает реальный эффективный заряд атома элемента в соединении.

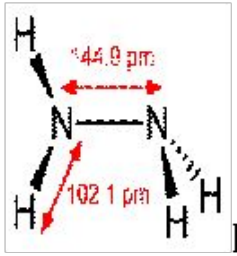
Принимаемые степени окисления $H^{+1}F^{-1}$, $Na^{+1}Cl^{-1}$;реальные степени окисления $H^{+0.8}F^{-0.8}$, $Na^{+0,2}Cl^{-0,2}$.

Валентность (B) – это число химических связей атома, которыми он соединён с другими атомами. Валентность не может иметь знака и равняться нулю.

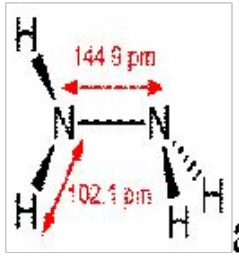
$N^{-3}H_3$, B = 3 $N_2^{-2}H_4$, B = 3 $H^{+3}N_2$, B = 3



аммиак



гидразин



азотистая кислота

ПРОЦЕССЫ ОКИСЛЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ

$\frac{Mn^{+2}}{Оф} + 2e^- \rightarrow \frac{Mn^{0}}{Вф}$ - процесс восстановления

$\frac{Mn^{0}}{Вф} - 2e^- \rightarrow \frac{Mn^{+2}}{Оф}$ - процесс окисления

Оф – окисленная форма, Вф – восстановленная форма

$2Al^{0} + 3Cl_2^{0} \rightarrow 2Al^{+3}Cl_3^{-1}$ (11.1)

$Al^{0} - 3e^- \rightarrow Al^{+3}$ - процесс окисления, восстановитель

$Cl_2^{0} + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ - процесс восстановления, окислитель

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ (ОВ) СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ

Таблица 11.3

Типичные окислители	Типичные восстановители	Вещества с ОВ двойственностью
Вещества с элементами в высшей степени окисления: $HN^{+5}O_3$, $KMn^{+7}O_4$, $K_2Cr_2^{+6}O_7$	Вещества с элементами в низших степенях окисления: HI^{-}, H_2S^{-2}, $N^{-3}H_3$	Вещества, содержащие элементы с промежуточными степенями окисления: $KN^{+3}O_2$, $Na_2S^{+4}O_3$, $Mn^{+4}O_2$
Неметаллы: S, Cl_2, O_2	Металлы: Na, Mg, Zn	
Ионы металлов в высших степенях окисления: Fe^{+3}, Au^{+3}	Ионы металлов в низших степенях окисления: Sn^{+2}, Fe^{+2}	
	Гидриды металлов: NaH, CaH_2	

Типы окислительно-восстановительных реакций

Межмолекулярные реакции

- $Mn^{+4}O_2 + 4HCl^{-1} \rightarrow Mn^{+2}Cl_2 + Cl_2^{0} + 2H_2O$ (11.2)
- Mn^{+4} - окислитель, Cl^{-} - восстановитель

Внутримолекулярные реакции

- $KCl^{+7}O_4^{-2} \rightarrow KCl^{-1} + 2O_2^{0}$ (11.3)
- Cl^{+7} - окислитель, O^{-2} - восстановитель

Диспропорционирование

- $3Cl_2^{0} + 6KOH \rightarrow 5KCl^{-1} + KCl^{+5}O_3 + 3H_2O$ (11.4)
- Cl_2^{0} - окислитель, Cl_2^{0} - восстановитель

. МЕТОД ЭЛЕКТРОННОГО БАЛАНСА

$$Mn^{+2}Mn_2^{-1} + Mn_2^{0} \rightarrow Mn_2^{+3}Mn_3^{-2} + Mn^{+4}Mn_2 \quad (11.5)$$

$$O_2^0 + 4\bar{e} \rightarrow 2O^{-2} \quad \Big| \quad 11 \text{ – восстановление, окислитель}$$

$$Mn^{+2} - \bar{e} \rightarrow Mn^{+3}$$

$$2Mn^{-1} - 10\bar{e} \rightarrow 2Mn^{+4} \quad \Big\} \quad 4 \text{ – окисление, восстановитель}$$

$$4Mn(Mn)_2 + 11Mn_2 \rightarrow 2Mn_2Mn_3 + 8Mn(Mn)_2 \quad (11.6)$$

Проверка по кислороду: $11 \cdot 2 = 2 \cdot 3 + 8 \cdot 2$; $22 = 22$

МЕТОД ЭЛЕКТРОННОГО БАЛАНСА

$$Cu^{0} + H^{+5}N_{3(разб)}O \rightarrow Cu^{+2}(NO_3)_2 + N^{+2}O + H_2O \quad (11.7)$$

$$Cu^{0} - 2e^{-} \rightarrow Cu^{+2} \quad | \; 3 \text{ – окисление, восстановитель}$$

$$N^{+5} + 3e^{-} \rightarrow N^{+2} \quad | \; 2 \text{ – восстановление, окислитель}$$

$$3Cu + 2HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + H_2O \quad (11.8)$$

$$3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O \quad (11.9)$$

Проверка по кислороду: $8 \cdot 3 = 3 \cdot 3 \cdot 2 + 2 + 4; \; 24 = 24$

МЕТОД ПОЛУРЕАКЦИЙ

Метод полуреакций учитывает изменения с реально существующими в растворах молекулами и ионами, а также показывает роль среды как активного участника всего процесса. В зависимости от среды может изменяться характер протекания реакции.

$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$ (11.10) – в кислой среде

$H_2O_2 + 2e^- \rightarrow 2OH^-$ (11.11) – в нейтральной или щелочной среде

МЕТОД ПОЛУРЕАКЦИЙ

$$K_2Cr_2O_7 + CrCl_3 + K_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + CrO_2Cl_2 + K_2SO_4 + H_2O \quad (11.12)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O \quad (11.13)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O \mid 1 \text{ – восстановление, окислитель} \quad (11.14)$$

$$CrO_2^- \rightarrow CrO_3^- \quad (11.15)$$

$$CrO_2^- + H_2O \rightarrow CrO_3^- + 2H^+ \quad (11.16)$$

$$CrO_2^- + H_2O - 2e^- \rightarrow CrO_3^- + 2H^+ \mid 3 \text{ – окисление, восстановитель} \quad (11.17)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- + 3CrO_2^- + 3H_2O - 6H^+ \rightarrow 2Cr^{+3} + 7H_2O + 3CrO_3^- + 6H^+ \quad (11.18)$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ + 3CrO_2^- \rightarrow 2Cr^{+3} + 4H_2O + 3CrO_3^- \quad (11.19)$$

$$K_2Cr_2O_7 + 3CrCl_3 + 4K_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3CrO_2Cl_2 + K_2SO_4 + 4H_2O \quad (11.20)$$

Проверка по кислороду: $7 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 4 = 3 \cdot 4 + 3 \cdot 3 + 4 + 4;\ 29 = 29$

МЕТОД ПОЛУРЕАКЦИЙ

$\square_2 + \square_2\square_3 + \square\square\square\square \rightarrow \square\square\square\square + \square\square\square\square_3 + \square_2\square$ (11.21)

$\square_2 + 2\square^- \rightarrow 2\square\square^-$ | 2 – восстановление, окислитель (11.22)

$\square_2\square_3 \rightarrow 2\square\square\square_3^-$ (11.23)

$\square_2\square_3 + 6OH^- \rightarrow 2\square\square\square_3^- + 3H_2O$ (11.24)

$\square_2\square_3 + 6OH^- - 4e^- \rightarrow 2\square\square\square_3^- + 3H_2O$ | 1 – окисление, восстановитель (11.25)

$2\square\square_2 + \square_2\square_3 + 6OH^- \rightarrow 4\square\square^- + 2\square\square\square_3^- + 3H_2O$ (11.26)

$2\square\square_2 + \square_2\square_3 + 6KOH \rightarrow 4\square\square\square\square + 2\square\square\square\square_3 + 3H_2O$ (11.27)

Проверка по кислороду: $3 + 6 = 2 \cdot 3 + 3$; $9 = 9$

НАПРАВЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$; $E_1^o = 1,51$ В (11.28) – восстановление, окислитель

$MnO_4^{-2} + 2H^+ + 2e^- \rightarrow MnO_3^{-2} + H_2O$; $E_2^o = 0,22$ В (11.29)

$E_1^o > E_2^o$, следовательно, 11.28 протекает в прямом направлении, а 11.29 – в обратном

$MnO_3^{-2} + H_2O - 2e^- \rightarrow MnO_4^{-2} + 2H^+$ (11.30) – окисление, восстановитель

$2MnO_4^- + 16H^+ + 10e^- + 5MnO_3^{-2} + 5H_2O - 10e^- \rightarrow 2Mn^{+2} + 8H_2O + 5MnO_4^{-2} + 10H^+$ (11.31)

$2MnO_4^- + 6H^+ + 5MnO_3^{-2} \rightarrow 2Mn^{+2} + 3H_2O + 5MnO_4^{-2}$ (11.32)

$2KMnO_4 + 5K_2MnO_3 + 6H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 5K_2MnO_4 + 3H_2O$ (11.33)

Проверка по кислороду: $2 \cdot 4 + 5 \cdot 3 = 5 \cdot 4 + 3$; $23 = 23$

РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ

$$\boxed{\Delta E^{o} = E^{o}_{окисл} - E^{o}_{восст}} \quad (11.34)$$

$$2KMnO_4 + 5H_2SO_3 + 6HNO_3 \rightarrow 2Mn(NO_3)_2 + 2KNO_3 + 5H_2SO_4 + 3H_2O \quad (11.33)$$

$E^{o}\left(\frac{MnO_4^-}{Mn^{+2}}\right) = 1{,}51$ В – окислитель; $E^{o}\left(\frac{SO_3^{-2}}{SO_4^{-2}}\right) = 0{,}22$ В – восстановитель

$\Delta E^{o} = 1{,}51 - 0{,}22 = 1{,}29$ В

Реакция возможна, если $\boxed{\Delta E^{o} > 0}$ (11.35)

ЭКВИВАЛЕНТ В ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЯХ

$1/2H_2 - e^- \rightarrow H^+$ (11.35)

$1/2H_2 + e^- \rightarrow H^-$ (11.36)

$M_Э = \frac{M}{n}$, г/моль (11.37)

где M – молярная масса, г/моль; n – количество принятых или отданных электронов

$2KMnO_4 + 5H_2SO_3 + 6HCl \rightarrow 2MnCl_2 + 2KCl + 5H_2SO_4 + 3H_2O$ (11.33)

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

$Э(KMnO_4) = \frac{1}{5}$ моль, $M_Э = \frac{155}{5} = 31$ г/моль

Примеры решения задач

Пример 1. Подберите коэффициенты методом электронного баланса в уравнениях реакций:

- $Fe(NO_3)_2 + O_2 + H_2O \rightarrow Fe(NO_3)_2OH$
- $H_5IO_6 \rightarrow I_2O_5 + O_2 + H_2O$
- $K_2Se + NaNO_3 \rightarrow K_2SeO_4 + NaNO_2$

Решение

1) $Fe^{2+(}NO_3)_2 + O_2^0 + H_2O \rightarrow Fe^{3+(}NO_3)_2O^{2-}H$

- $Fe^{2+} - 1e \rightarrow Fe^{3+}$ / 2
- $O_2^0 + 2e \rightarrow O^{2-}$ / 1

Расставляем коэффициенты

$2Fe^{2+(}NO_3)_2 + O_2^0 + H_2O \rightarrow 2Fe^{3+(}NO_3)_2O^{2-}H$

Проверка по кислороду:

3*2*2 + 2= 2 (3*2+1); 14=14.

Решение

2) $H_5I^{7+}O_6^{2-} \rightarrow I_2^{5+}O_5 + O_2^0 + H_2O$

- $I^{7+} + 2e \rightarrow I_2^{5+}$ / 4 =2
- $2O^{2-} - 4e \rightarrow O_2^0$ / 2=1

Расставляем коэффициенты:

$2H_5I^{7+}O_6^{2-} \rightarrow I_2^{5+}O_5 + O_2^0 + 5H_2O$

Уравниваем водород.

Проверка по кислороду:

6*2= 5 + 2 + 5; 12=12.

Решение

3) $K_2^{1+}Se^{2-} + Na^{1+}N^{5+}O_3^{2-} \rightarrow K_2^{1+}Se^{6+}O_4^{2-} + Na^{1+}N^{3+}O_2^{2-}$

- $Se^{2-} - 8e \rightarrow Se^{6+}$ / 2=1
- $N^{5+} + 2e \rightarrow N^{3+}$ / 8 =4

Расставляем коэффициенты:

$2H_5I^{7+}O_6^{2-} \rightarrow I_2^{5+}O_5 + O_2^{0} + 5H_2O$

Проверка по кислороду:

3*4= 4 + 2*4; 12=12.

Примеры решения задач

Пример 2. Составьте уравнение реакции и подберите коэффициенты методом электронного баланса:

- монооксид углерода + хлорид палладия (II) + вода → палладий + диоксид углерода + …

Решение.

$C^{2+}O^{2-} + Pd^{2+}Cl_2 + H_2O \rightarrow Pd^0 + C^{4+}O_2^{2-} + HCl$

- $C^{2+} - 2e \rightarrow C^{4+}$ / 2=1
- $Pd^{2+} + 2e \rightarrow Pd^0$ / 2 =1

Расставляем коэффициенты, уравниваем хлор и водород:

$C^{2+}O^{2-} + Pd^{2+}Cl_2 + H_2O \rightarrow Pd^0 + C^{4+}O_2^{2-} + 2HCl$

Проверка по кислороду:

1+1= 2; 2=2.

Примеры решения задач

Пример 3. Уравнять окислительно-восстановительные реакции методом электронного баланса. Определить тип окислительно-восстановительной реакции:

- $HClO_4 + H_2SO_3 \rightarrow HCl + H_2SO_4$
- $KMnO_4 + NO + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + NO_2 + K_2SO_4 + H_2O$
- $Cr(NO_3)_3 + NaBiO_3 + HNO_3 \rightarrow H_2Cr_2O_7 + Bi(NO_3)_3 + NaNO_3 + H_2O$
- $H_2C_2O_4 + KMnO_4 \rightarrow CO_2 + K_2CO_3 + MnO_2 + H_2O$

Решение

1) $H^{1+}Cl^{7+}O_4^{2-} + H_2^{1+}S^{4+}O_3^{2-} \rightarrow H^{1+}Cl^{1-} + H_2^{1+}S^{6+}O_4^{2-}$

- $Cl^{7+} + 8e \rightarrow Cl^{1-}$ / 2=1
- $S^{4+} - 2e \rightarrow S^{6+}$ / 8 =4

Расставляем коэффициенты:

- $H^{1+}Cl^{7+}O_4^{2-} + 4H_2^{1+}S^{4+}O_3^{2-} \rightarrow H^{1+}Cl^{1-} + 4H_2^{1+}S^{6+}O_4^{2-}$

Проверка по кислороду:

4+3*4= 4*4; 16=16.

- Межмолекулярная реакция.

Решение

2) $K^{1+}Mn^{7+}O_4^{2-}+N^{2+}O^{2-}+H_2SO_4 \rightarrow Mn^{2+}S^{6+}O_4^{2-} + N^{4+}O_2^{2-}+K_2SO_4+H_2O$

- $Mn^{7+} + 5e \rightarrow Mn^{2+} / 2$
- $N^{2+} - 2e \rightarrow N^{4+} / 5$

Расставляем коэффициенты:

$2K^{1+}Mn^{7+}O_4^{2-}+5N^{2+}O^{2-}+3H_2SO_4 \rightarrow 2Mn^{2+}S^{6+}O_4^{2-} + 5N^{4+}O_2^{2-}+K_2SO_4+3H_2O$

Уравниваем серу и водород.

Проверка по кислороду:

4*2+1*5+ 4*3 = 4*2+ 2*5 + 4 + 3; 25 = 25.

- Межмолекулярная реакция.

Решение

3)$Cr^{3+}(NO_3)_3^{1-}+Na^{1+}Bi^{5+}O_3^{2-}+HNO_3 \rightarrow H_2^{1+}Cr_2^{6+}O_7^{2-}+Bi^{3+}(NO_3)_3^{1-}+NaNO_3+H_2O$

- Cr^{3+} - 3e $\rightarrow Cr_2^{6+}$/ 2
- Bi^{5+} + 2e $\rightarrow$ Bi^{3+} / 3

Расставляем коэффициенты:

$2Cr^{3+}(NO_3)_3^{1-}+3Na^{1+}Bi^{5+}O_3^{2-}+6HNO_3 \rightarrow H_2^{1+}Cr_2^{6+}O_7^{2-}+3Bi^{3+}(NO_3)_3^{1-}+$
$+3NaNO_3+2H_2O$

Уравниваем натрий и нитрат-ионы, потом водород

Проверка по кислороду:

3*3*2+3*3+3*6= 7+3*3*3+ 3*3 + 2; 45=45.

- Межмолекулярная реакция.

Решение

4) $H_2^{1+}C_2^{3+}O_4^{2-} + K^{1+}Mn^{7+}O_4^{2-} \rightarrow C^{4+}O_2^{2-} + K_2^{1+}C^{4+}O_3^{2-} + Mn^{4+}O_2^{2-} + H_2O$

- $Mn^{7+} + 3e \rightarrow Mn^{4+}$ / 2
- $2C^{3+} - 2e \rightarrow 2C^{4+}$ / 3

Расставляем коэффициенты:

- $3H_2^{1+}C_2^{3+}O_4^{2-} + 2K^{1+}Mn^{7+}O_4^{2-} \rightarrow 5C^{4+}O_2^{2-} + K_2^{1+}C^{4+}O_3^{2-} + 2Mn^{4+}O_2^{2-} + 3H_2O$

Уравниваем углерод и водород.

Проверка по кислороду:

4*3+ 4*2 = 2*5+ 3+ 2*2 + 3; 20 = 20.

- Межмолекулярная реакция

Пример решения задач

Пример 5. Определить направление окислительно-восстановительной реакции, описанной следующими полуреакциями, и составить уравнение:

- $ZnO_2^{2-} + 2H_2O + 2e \rightarrow Zn + 4OH^-$; $\varphi^0 = -1{,}22$ В
- $CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e \rightarrow Cr(OH)_3 + 5OH^-$; $\varphi^0 = -0{,}13$ В

Решение.

$\varphi^0 = -0{,}13$ В > $\varphi^0 = -1{,}22$ В.

Прямая реакция 2.

Обратная реакция 1.

Решение

Уравниваем суммы зарядов продуктов реакции, переписав 1 реакцию в обратном направлении:

- $Zn + 4OH^- - 2e \rightarrow ZnO_2^{2-} + 2H_2O$; /3
- $CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e \rightarrow Cr(OH)_3 + 5OH^-$; /2

После умножения всех членов реакции на коэффициенты складываем оба уравнения:

- $3Zn + 12OH^- + 2CrO_4^{2} + 8H_2O \rightarrow 2Cr(OH)_3 + 10OH^- + 3ZnO_2^{2-} + 6H_2O$;

Сокращаем одинаковые ионы и молекулы в левой и правой частях уравнения, получаем суммарное уравнение электронно-ионного баланса:

- $3Zn + 2OH^- + 2CrO_4^{2} + 2H_2O \rightarrow 2Cr(OH)_3 + 3ZnO_2^{2-}$

Подбираем катионы, записываем молекулярное уравнение:

- $3Zn + 2KOH + 2K_2CrO_4 + 2H_2O \rightarrow 2Cr(OH)_3 + 3K_2ZnO_2$

Проверка по кислороду:

$2 + 4*2 + 2 = 3*2 + 2*3$; $12 = 12$

Вопросы тестов:

Степень окисления азота в ионе NH_4^+

а) +3

- б) -3

в) +4

г) -4

Заряд + показывает, что в ионе неуравновешенны электроны, поэтому $N^{3-}H_4^{4+}$

Вопросы тестов:

Только восстановительные свойства проявляет:

а) фосфор ($P^{3-}H_3$, $P^{5+}{}_2O_5$, $P^{3+}{}_2O_3$)

Б) бром (HBr^{1-})

В) цинк (Zn^0, $Zn^{2+}O$) всегда степень окисления +2.

Г) сера ($S^{6+}O_3$, $S^{4+}O_2$)

Восстановитель – частица, отдающая электроны.

Вопросы теста

Окислителями являются атомы или ионы в таких степенях окисления, в которых они способны:

- А) присоединять электроны

Б) отдавать электроны

В) присоединять протоны

Г) отдавать гидроксид-ионы

Вопросы теста

Вещество, в котором азот может быть только восстановителем:

А) $HN^{5+}O_3$

Б) $N^{4+}O_2$

В) $HN^{3+}O_2$

*Г) $N^{3-}H_3$

Восстановитель – частица, отдающая электроны.

Вопросы теста

Окислительные свойства в ряду

$HCl^{1+}O$ - $HCl^{3+}O_2$ - $HCl^{5+}O_3$ - $HCl^{7+}O_4$

*А) увеличиваются

Б) уменьшаются

В) не изменяются

Вопросы теста

В реакции $C1_2^0 + H_2O = HC1^{1-} + HC1^{1+}O$ хлор выполняет роль:

А) окислителя

Б) восстановителя

*В) окислителя и восстановителя

Вопросы теста

Реакция $2K^{1+}Cl^{3+}O_2^{2-} = 2KCl^{1-} + 3O_2^{0}$ является

а) межмолекулярной

Б) диспропорционированием

* В) внутримолекулярной

Г) контрпропорционированием

Вопросы теста

Реакция, протекающая с изменением степеней окисления:

- А) диоксид марганца + соляная кислота

Б) хлорид натрия+ концентрированная серная кислота

В) оксид натрия + триоксид серы

Г) хлорид натрия + нитрат серебра

Вопросы теста

Соединения азота, обладающие окислительно-восстановительной двойственностью:

А) $HN^{5+}O_3$

*Б) $N^{2+}O$

В) $N_2^{5+}O_5$

Г) $N^{3-}H_3$

Восстановитель – частица, отдающая электроны,

окислитель - принимающая электроны

Вопросы теста

Вещество, в котором азот может быть только окислителем:

*А) $HN^{5+}O_3$

Б) $N^{4+}O_2$

В) $HN^{3+}O_2$

Г) $N^{3-}H_3$

Окислитель – частица, принимающая электроны.

Вопросы теста

Процесс восстановления имеет место в том случае,когда:

- А) нейтральные атомы превращаются в отрицательно заряженные ионы

Б) нейтральные атомы превращаются в положительно заряженные ионы

В) положительный заряд иона увеличивается

Г) заряд иона не изменяется

Вопросы теста

Степень окисления фосфора в фосфате кальци $Ca_3^{2+}(P^{5+}O^{2-}_4)_2$:

А) +2

Б) +5

В) +4

Г) +3

2*4*2-2*3= 10/2=5