

1 解答 (ア) 酸化 (イ) 還元 (ウ) 酸化 (エ) 還元

解説

2 解答 (ア) 酸化 (イ) 還元 (ウ) 0 (エ) -2 (オ) 0

解説

3 解答 (ア) 酸化 (イ) 還元 (ウ) 還元 (エ) 酸化

解説

4 解答 (ア) Mn^{2+} (イ) Cl^- (ウ) S (エ) Sn^{4+} (オ) I_2 (カ) S

解説

5 解答 (ア) 奪う (イ) 与える (ウ) e^- (電子)

解説

6 解答 (1) 0 (2) -1 (3) +5 (4) -3

解説

解答 (1) 0 (2) -1 (3) +5 (4) -3

解説 (1) Cl_2 は単体なので、Clの酸化数は0。

(2) $NaCl$ は Na^+ と Cl^- が同数結合したものである。

Cl^- は一価の陰イオンなので、-1。

(3) Hの酸化数は+1, Oの酸化数は-2である。Nの酸化数をxとおくと、化合物中の酸化数の総和は0なので、 $+1+x+(-2)\times 3=0$ $x=+5$

(4) Hの酸化数は+1である。Nの酸化数をxとおくと、多原子イオンを構成する原子の酸化数の総和は、イオンの価数に+や-の符号をつけたものなので、

$$x+(+1)\times 4=+1 \quad x=-3$$

7 解答 (1) 酸化剤 (2) 還元剤

解説

解答 (1) 酸化剤 (2) 還元剤

解説 化学反応式の左辺→右辺で、酸化されている(酸化数が増加している)原子を含む物質が還元剤、還元されている(酸化数が減少している)原子を含む物質が酸化剤である。

(1) Cuが酸化数+2→0となっているので、還元されている。

よって、CuOは酸化剤である。

(2) Feが酸化数+2→+3となっているので、酸化されている。

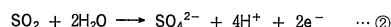
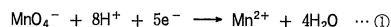
よって、 $FeCl_2$ は還元剤である。

8 解答 $2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$

解説

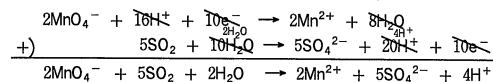
解答 $2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 2H_2SO_4$

解説 $KMnO_4$, SO_2 それぞれの反応は、

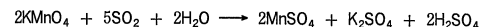


(SO_2 は $KMnO_4$ に対して還元剤としてはたらくので、反応式は②になる)

①×2+②×5より、 e^- を消去して1つの式にすると、



両辺に、上の式で省略されている $KMnO_4$ の K^+ を同じ数(この式では2つ)補うと次式が得られる。



9 解答 (1) -2 (2) +4 (3) +1 (4) -1 (5) +4 (6) -3

(7) +2 (8) -1 (9) +2 (10) +1 (11) +6

(12) +5 (13) -1 (14) +2 (15) +3

解説

解答 (1) -2 (2) +4 (3) +1 (4) -1 (5) +4 (6) -3

(7) +2 (8) -1 (9) +2 (10) +1 (11) +6

(12) +5 (13) -1 (14) +2 (15) +3

解説 化合物中の原子の酸化数の総和は0である。

化合物中のHの酸化数は+1, Oの酸化数は-2(H_2O_2 の場合は例外で-1)で、化合物中の原子の酸化数の総和は0(ゼロ)であるから、(1)と(3)はすぐに求まる。この

関係を用いて、求める酸化数を x とおくと

$$(2) \quad x + (-2) \times 2 = 0 \quad x = +4$$

$$(4) \quad (+1) + x = 0 \quad x = -1$$

$$(5) \quad x + (-2) \times 2 = 0 \quad x = +4$$

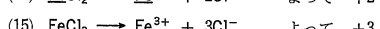
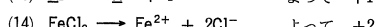
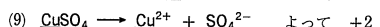
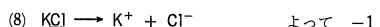
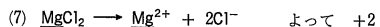
$$(6) \quad x + (+1) \times 3 = 0 \quad x = -3$$

$$(11) \quad (+1) \times 2 + x + (-2) \times 4 = 0 \quad x = +6$$

$$(12) \quad (+1) + x + (-2) \times 3 = 0 \quad x = +5$$

$$(13) \quad (+1) \times 2 + x \times 2 = 0 \quad x = -1$$

単原子イオンの酸化数は、イオンの価数に等しい。



- 10 解答 (1) +1 (2) -1 (3) +3 (4) -2 (5) +1 (6) +5
(7) +4 (8) -3 (9) +6

解説

- 解答 (1) +1 (2) -1 (3) +3 (4) -2 (5) +1 (6) +5
(7) +4 (8) -3 (9) +6

解説 多原子イオンの原子の酸化数の総和はイオンの価数になる。

単原子イオンの酸化数はイオンの価数に等しいので、(1)~(3)はすぐに求まる。

また、Hは+1、Oは-2であるから、(4)と(5)はすぐに求まる。

多原子イオン中の原子の酸化数の総和は、多原子イオンの価数に等しい。求める酸化数を x とおくと

$$(6) \quad x + (-2) \times 3 = -1 \quad x = +5$$

$$(7) \quad x + (-2) \times 3 = -2 \quad x = +4$$

$$(8) \quad x + (+1) \times 4 = +1 \quad x = -3$$

$$(9) \quad x + (-2) \times 4 = -2 \quad x = +6$$

- 11 解答 (1) 酸化された (2) 還元された (3) 還元された (4) 酸化された
(5) 還元された (6) 酸化された (7) 還元された (8) 酸化された
(9) 酸化された (10) 還元された

解説

- 解答 (1) 酸化された (2) 還元された (3) 還元された (4) 酸化された
(5) 還元された (6) 酸化された (7) 還元された (8) 酸化された
(9) 酸化された (10) 還元された

解説 酸化数が増加した原子が酸化された原子で、酸化数が減少した原子が還元された原子である。

- (1) $0 \rightarrow +4$ (2) $0 \rightarrow -4$ (3) $0 \rightarrow -2$ (4) $-2 \rightarrow 0$ (5) $0 \rightarrow -1$
(6) $+4 \rightarrow +6$ (7) $+2 \rightarrow 0$ (8) $0 \rightarrow +1$ (9) $0 \rightarrow +2$ (10) $+2 \rightarrow 0$

- 12 解答 (1) 酸化された (2) 酸化された (3) 還元された (4) 還元された
(5) 還元された (6) 還元された (7) 酸化された (8) 酸化された

解説

- 解答 (1) 酸化された (2) 酸化された (3) 還元された (4) 還元された
(5) 還元された (6) 還元された (7) 酸化された (8) 酸化された

解説 化合物中の原子が酸化されたとき、その化合物も酸化されたという。

化合物中の原子が酸化される(還元される)と、その化合物も酸化される(還元される)ことになる。

酸化数の変化は次のとおりである。

- (1) $\text{Zn} : 0 \rightarrow +2$
(2) $\text{Na} : 0 \rightarrow +1$
(3) $\text{Mn} : +4 \rightarrow +2$ Oは-2のまま変化しない。
(4) O_2 のO: $0 \rightarrow -2$
(5) $\text{Fe} : +3 \rightarrow 0$ Oは-2のまま変化しない。
(6) $\text{S} : +6 \rightarrow +4$ CuSO_4 のSは+6のまま変化していないが、 SO_2 になったSは+4になっている。Hは+1、Oは-2のまま変化しない。
(7) $\text{Fe} : +2 \rightarrow +3$ Clは-1のまま変化しない。
(8) $\text{H} : 0 \rightarrow +1$

- 13 解答 (1) 酸化剤: H_2SO_4 , 還元剤: Cu (2) 酸化剤: HNO_3 , 還元剤: Cu
(3) 酸化剤: MnO_2 , 還元剤: HCl (4) 酸化剤: Cl_2 , 還元剤: FeCl_2
(5) 酸化剤: O_2 , 還元剤: SO_2 (6) 酸化剤: H_2O_2 , 還元剤: SO_2

解説

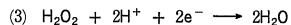
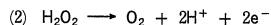
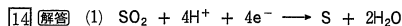
- 解答 (1) 酸化剤: H_2SO_4 , 還元剤: Cu (2) 酸化剤: HNO_3 , 還元剤: Cu
(3) 酸化剤: MnO_2 , 還元剤: HCl (4) 酸化剤: Cl_2 , 還元剤: FeCl_2
(5) 酸化剤: O_2 , 還元剤: SO_2 (6) 酸化剤: H_2O_2 , 還元剤: SO_2

解説 酸化される(酸化数が増加する)原子を含む物質が還元剤であり、還元される(酸化数が減少する)原子を含む物質が酸化剤である。

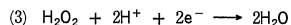
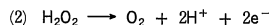
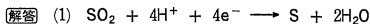
H_2O_2 のOの酸化数は、-2ではなく、-1である(例外)。

- (1) $\text{Cu} : 0 \rightarrow +2$ S: $+6 \rightarrow +4$
(2) $\text{Cu} : 0 \rightarrow +2$ N: $+5 \rightarrow +4$
(3) $\text{Mn} : +4 \rightarrow +2$ Cl: $-1 \rightarrow 0$
(4) $\text{Fe} : +2 \rightarrow +3$ Cl: $0 \rightarrow -1$

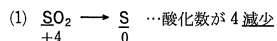
- (5) S : +4 → +6 O : 0 → -2
 (6) S : +4 → +6 O : -1 → -2



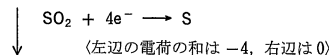
解説



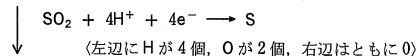
解説



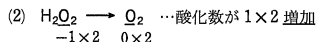
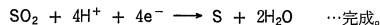
[手順1] 酸化剤だから、酸化数変化分の電子を左辺に加える。



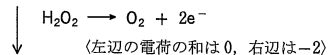
[手順2] 両辺の電荷をつりあわせるために、 H^+ を左辺に 4 個加える。



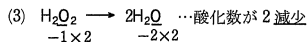
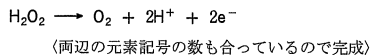
[手順3] 両辺の原子の数をすりあわせるために、 H_2O を右辺に 2 個加える。



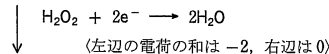
[手順1] 還元剤だから、酸化数変化分の電子を右辺に加える。



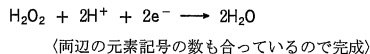
[手順2] 両辺の電荷をつりあわせるために、 H^+ を右辺に 2 個加える。



[手順1] 酸化剤だから、酸化数変化分の電子を左辺に加える。



[手順2] 両辺の電荷をつりあわせるために、 H^+ を左辺に 2 個加える。



- 15 解答 (1) $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (2) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
 (3) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
 (4) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

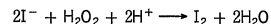
解説

- 解答 (1) $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (2) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
 (3) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
 (4) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

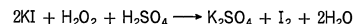
解説

(1) 過酸化水素は、酸性溶液中で酸化剤としてはたらく。

① + ② より

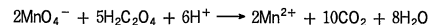


両辺に K^+ 2 個と SO_4^{2-} 1 個を加えて、

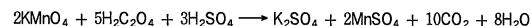


(2) 過マンガン酸カリウムは、硫酸酸性溶液中では酸化剤としてはたらく。

① × 2 + ② × 5 より

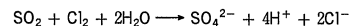


両辺に K^+ 2 個と SO_4^{2-} 3 個を加えて、

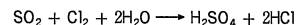


(3) 二酸化硫黄の水溶液は還元剤としてはたらく。

① + ② より

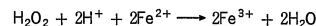


右辺の H^+ を SO_4^{2-} 、 Cl^- とつなげて

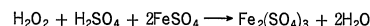


(4) 過酸化水素は酸化剤としてはたらく。

① + ② × 2 より



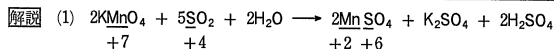
両辺に SO_4^{2-} 3 個を加えて、



- 16 解答 (1) 酸化された物質：二酸化硫黄
 還元された物質：過マンガン酸カリウム
 (2) 2.5 mol (3) 28 mL

解説

- 解答 (1) 酸化された物質：二酸化硫黄
 還元された物質：過マンガン酸カリウム
 (2) 2.5 mol (3) 28 mL



酸化された物質(酸化数が増加した原子を含む物質)は, SO_2

還元された物質(酸化数が減少した原子を含む物質)は, KMnO_4

(2) 反応式の係数より, 過不足なく反応したときは,

$$\text{KMnO}_4 \text{の物質質量} : \text{SO}_2 \text{の物質質量} = 2 : 5$$

よって, KMnO_4 1 mol 当たりの SO_2 は 2.5 mol.

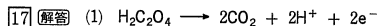
(3) SO_2 の物質質量は,

$$\frac{0.010 \text{ mol/L} \times \frac{50}{1000} \text{ L} \times \frac{5}{2}}{1} = 1.25 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

KMnO_4 の物質質量 係数の比

標準状態のモル体積は 22.4 L/mol なので,

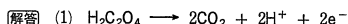
$$22.4 \text{ L/mol} \times 1.25 \times 10^{-3} \text{ mol} = 28.0 \times 10^{-3} \text{ L} \text{ よって, } 28 \text{ mL}$$



(2) 0.0250 mol/L

(3) 硝酸には酸化作用があり, シュウ酸を酸化してしまうから。

解説

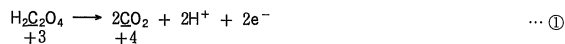


(2) 0.0250 mol/L

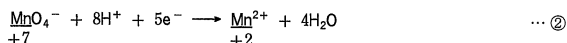
(3) 硝酸には酸化作用があり, シュウ酸を酸化してしまうから。

解説

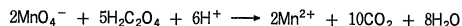
(1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ の還元剤としてのはたらきを示す反応式は,



(2) MnO_4^- の酸化剤としてのはたらきを示す反応式は,



①式×5+②式×2より,



KMnO_4 2 mol と $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 5 mol が反応するから, KMnO_4 の濃度を x (mol/L) とすると,

$$\frac{x \text{ [mol/L]} \times \frac{16.0}{1000} \text{ L}}{\text{KMnO}_4 \text{の物質質量}} \times \frac{5}{2} = \frac{0.0500 \text{ mol/L} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L}}{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{の物質質量}}$$

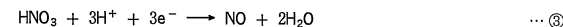
$x = 0.0250 \text{ mol/L}$

別解 酸化剤が受け取る e^- の物質質量 = 還元剤が失う e^- の物質質量 より,

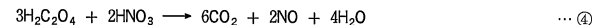
$$\frac{x \text{ [mol/L]} \times \frac{16.0}{1000} \text{ L} \times 5}{\text{KMnO}_4 \text{が受け取る } \text{e}^- \text{の物質質量}} \times 2 = \frac{0.0500 \text{ mol/L} \times \frac{20.0}{1000} \text{ L} \times 2}{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{が失う } \text{e}^- \text{の物質質量}}$$

$x = 0.0250 \text{ mol/L}$

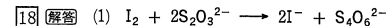
(3) HNO_3 (希) の酸化剤としてのはたらきを示す反応式は,



①式×3+③式×2より,



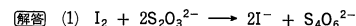
このように, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を酸化してしまうため, HNO_3 (希) は不適切である。 H_2SO_4 (希) は酸化力がないため, 酸性溶液中での酸化還元反応の際に加える酸として適している。



(2) 青紫色から無色になったとき。

(3) $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

解説



(2) 青紫色から無色になったとき。

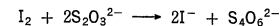
(3) $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

解説

(1) 酸化剤・還元剤としてのはたらきを示す反応式は,



この滴定の酸化還元反応を表すイオン反応式は, ①式+②式より,



(2) ヨウ素の水溶液は褐色を呈するが, ヨウ素が微量になると, 溶液の色が薄くなるので, 色が消失する終点がわかりにくい。そこでデンプンを加えると, 微量のヨウ素でもはっきりと青紫色を呈する(ヨウ素デンプン反応)ので, 滴定の終点がわかりやすくなる。

(3) I_2 1 mol と $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 2 mol が反応するので, ヨウ素溶液中の I_2 のモル濃度を x [mol] とすると,

$$\frac{x \text{ [mol/L]} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} \times 2}{\text{I}_2 \text{の物質質量}} = \frac{0.0100 \text{ mol/L} \times \frac{2.00}{1000} \text{ L}}{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{の物質質量}}$$

$$x = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

別解 酸化剤が受け取る e^- の物質質量 = 還元剤が失う e^- の物質質量 より,

$$\frac{x \text{ [mol/L]} \times \frac{10.0}{1000} \text{ L} \times 2}{\text{I}_2 \text{が受け取る } \text{e}^- \text{の物質質量}} = \frac{0.0100 \text{ mol/L} \times \frac{2.00}{1000} \text{ L} \times \frac{2}{2}}{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{が失う } \text{e}^- \text{の物質質量}}$$

$$x = 1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$