

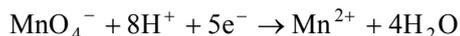
酸化還元反応と電気化学 03 酸化剤・還元剤の半反応式

酸化剤・還元剤の半反応式

酸化剤は相手から電子を受け取る物質，還元剤は相手に電子を与える物質です。

ある特定の酸化剤の電子の授受反応，またはある特定の還元剤の電子の授受反応を表す化学反応式を**半反応式**といいます。

たとえば，代表的な酸化剤である過マンガン酸カリウム KMnO_4 の硫酸酸性条件下における半反応式は，次のように表されます。

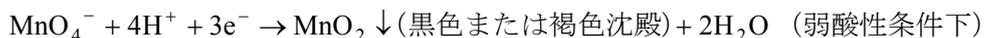
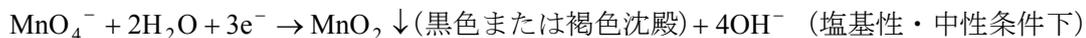


上述の「硫酸酸性」とは，硫酸を加えて溶液を強酸性にした状態を意味し，

この条件下で上記の還元反応が起こります。

尚，塩基性・中性や弱酸性の条件下の半反応式は，次式のようになり，

上記のとは異なる式になります。



さて，上記の半反応式を覚えたいところですが，なかなか複雑で容易ではありませんネ。

しかし，半反応式の多くは一定の手順でつくることができます。

反応式の一部を暗記するだけでよく，すべてを暗記する必要はありません。

その方法を，上記の半反応式を例にして説明しましょう。

酸化剤 MnO_4^- (硫酸酸性条件下) の半反応式の作り方

手順 0：最初に，次の変化を暗記します。



手順 1：両辺の O 原子の数を， H_2O を加えて，等しくする。

⇓

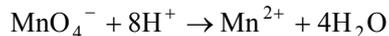
左辺に O 原子が 4 個あるので，右辺に $4\text{H}_2\text{O}$ を加えます。



手順 2：両辺の H 原子の数を， H^+ を加えて，等しくする。

⇓

右辺に H 原子が $2 \times 4 = 8$ 個あるので，左辺に 8H^+ を加えます。



手順 3：両辺のイオンの価数（電荷）の合計を， e^- を加えて，等しくする。

⇓

左辺のイオンの価数（電荷）の合計 $= -1 + 8 \times (+1) = +7$ ，

右辺のイオンの価数（電荷）の合計 $= +2$ なので，

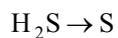
左辺に 5e^- を加えて，電荷の合計を等しくします。



以上のとおりです。

還元剤 H_2S の半反応式のつくり方

手順 0 : 最初に, 次の変化を暗記します。



手順 1 : O 原子があれば, 両辺の O の数を, H_2O を加えて, 等しくする。

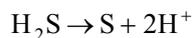
↓

O 原子がないので省略します。

手順 2 : 両辺の H 原子の数を, H^+ を加えて, 等しくする。

↓

左辺に H 原子が 2 個あるので, 右辺に 2H^+ を加えます。



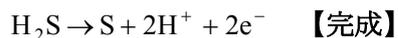
手順 3 : 両辺のイオンの価数 (電荷) の合計を, e^- を加えて, 等しくする。

↓

左辺のイオンの価数 (電荷) の合計 = 0,

右辺のイオンの価数 (電荷) の合計 = +2 なので,

右辺に $2e^-$ を加えて, 電荷の合計を等しくします。



以上のとおりです。

尚, 酸化剤, 還元剤いずれの場合も,

O 原子や H 原子がなければ, 手順 1 や手順 2 は省きます。

確認問題

次の酸化剤・還元剤の変化（覚えてください）を参考に，半反応式をつくれ。

酸化剤

1. 二クロム酸イオン（硫酸酸性）： $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$
2. 濃硝酸： $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2$
3. 希硝酸： $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$
4. 熱濃硫酸（加熱した濃硫酸）： $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2$
5. ハロゲンの単体： $\text{X}_2 \rightarrow 2\text{X}^-$ （X は F, Cl, Br, I）
6. 過酸化水素： $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
7. 二酸化硫黄： $\text{SO}_2 \rightarrow \text{S}$

還元剤

8. 硫化水素： $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$
9. シュウ酸： $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{CO}_2$ （または $(\text{COOH})_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$ ）
10. 金属の単体： $\text{M} \rightarrow \text{M}^{n+}$ （M は金属原子， M^{n+} はその金属イオン）
11. ハロゲン化物イオン： $2\text{X}^- \rightarrow \text{X}_2$ （X は F, Cl, Br, I）
12. 過酸化水素： $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$
13. 二酸化硫黄： $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$

解答

つくり方は省略します。

酸化剤

1. 二クロム酸イオン (硫酸酸性) : $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
2. 濃硝酸 : $\text{HNO}_3 + \text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. 希硝酸 : $\text{HNO}_3 + 3\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
4. 熱濃硫酸 (加熱した濃硫酸) : $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
硫酸イオンは非常に安定ですから、濃硫酸の反応では加熱が必要です。
5. ハロゲンの単体 : $\text{X}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{X}^-$ (X は F, Cl, Br, I)
6. 過酸化水素 : $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
7. 二酸化硫黄 : $\text{SO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

還元剤

8. 硫化水素 : $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
9. シュウ酸 : $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (または $(\text{COOH})_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$)
10. 金属の単体 : $\text{M} \rightarrow \text{M}^{n+} + n\text{e}^-$ (M は金属原子, M^{n+} はその金属イオン)
11. ハロゲン化物イオン : $2\text{X}^- \rightarrow \text{X}_2 + 2\text{e}^-$ (X は F, Cl, Br, I)
12. 過酸化水素 : $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
13. 二酸化硫黄 : $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

ことわり

本編はメルマガ高校化学の部屋 <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Poplar/8632/>
バックナンバー中の記載「このメルマガは、転載・複写自由です。」に甘え、
内容を保ったまま、整理・加筆し、転載したものです。

大学理系入試問題・受験問題集を解いてみた <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/>