

<酸化還元反応No. 4>

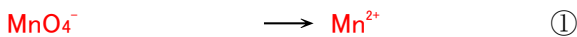
・暗記をせずに酸化還元反応式を書くにはどうしたらよいか。

《酸化還元反応における電子を含むイオン反応式の書き方》

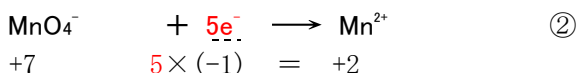
例題1 希硫酸を加えて酸性にした過マンガン酸カリウムの水溶液が、還元剤と反応すると、過マンガン酸イオン MnO_4^- はマンガン(II)イオン Mn^{2+} となる。この場合の過マンガン酸カリウムの酸化剤としてののはたらきを、電子を含むイオン反応式(半反応式)で表せ。

[半反応式の書き方]

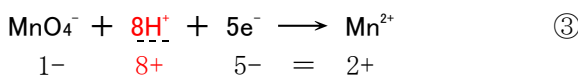
(1) 酸化数の変化した物質を書く。(十分なスペースを空けておく)



(2) 酸化数の変化に相当する数の電子 e^- を書き加える。(電子の酸化数を-1と考えればよい)

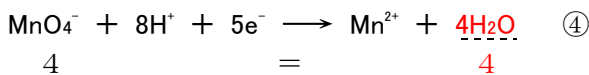


(3) 両辺の電荷が等しくなるように、水素イオン H^+ を書き加える。



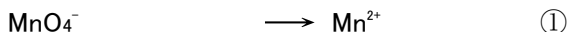
塩基性溶液のときは、 OH^- を書き加える。

(4) 両辺の酸素原子の数が等しくなるように H_2O を書き加える。(同時にHの数も等しくなる)



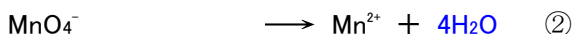
[別法]

(1) 酸化数の変化した物質を書く。



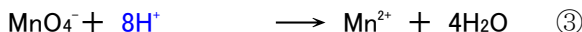
(2) 両辺にある酸素原子の数をそろえるように、水 H_2O を書き加える。

左辺に酸素原子Oが4個あるので、右辺に H_2O を4分子加える。



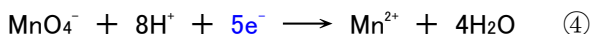
(3) 両辺にある水素原子の数をそろえるように、水素イオン H^+ を書き加える。

右辺に水素原子Hが8個あるので、左辺に硫酸 H_2SO_4 の電離によって生じる H^+ を8個加える。



(4) 両辺の電荷を合わせるように、電子 e^- を書き加える。

左辺の電荷の総数と右辺の電荷の総数をそろえるために、左辺に5個の電子 e^- を加える。



※このとき、 MnO_4^- は電子 e^- を5個受け取っているが、これはMnの酸化数が+7から+2に変化していることと一致している。

この方法だと、中性・塩基性での MnO_4^- の半反応式は書けない。

問1 ① 希硫酸を加えて酸性にした過酸化水素 H_2O_2 の水溶液が酸化剤としてはたらくと、水 H_2O ができる。過酸化水素の酸化剤としてののはたらきを、電子を含むイオン反応式で示せ。



② シュウ酸 $(\text{COOH})_2$ が還元剤としてはたらくと、二酸化炭素が発生する。このときの変化を電子を含むイオン反応式で示せ。



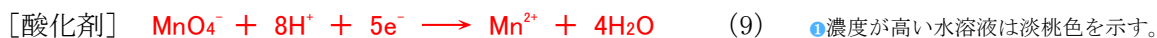
2. 電子の授受と反応式

酸化剤と還元剤の反応では、授受する電子の数が等しい。したがって、

酸化剤が受け取る電子の数 = 還元剤の放出する電子の数 になるように、それぞれのイオン反応式を組み合わせると、酸化剤と還元剤の化学反応式をつくることができる。過マンガン酸カリウム KMnO_4 、過酸化水素 H_2O_2 、二酸化硫黄 SO_2 を例として、酸化還元反応の化学反応式を考えよう。

《過マンガン酸カリウム KMnO_4 の作用》

過マンガン酸カリウムは代表的な酸化剤である。黒紫色^{こくしよく}の結晶で、水溶液は過マンガン酸イオン MnO_4^- の赤紫色^{せきしよく}を示す。 MnO_4^- は硫酸で酸性にした水溶液中で、酸化剤としてはたらくと Mn^{2+} になる。生じたマンガン(II)イオン Mn^{2+} は、ほとんど無色のイオンである①。



《ヨウ化カリウム KI の作用》

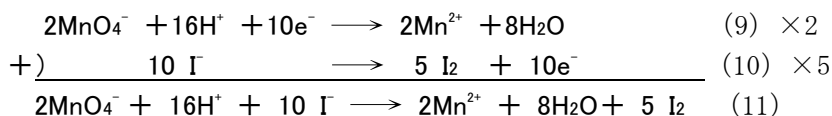
ヨウ化カリウムは還元剤である。水溶液中で KI は電離して無色の I^- が存在する。 I^- が還元剤としてはたらくと、電子を失い褐色の I_2 に変化する。



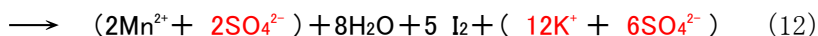
【過マンガン酸カリウムとヨウ化カリウムの反応】

硫酸で酸性にした KMnO_4 の水溶液を、ヨウ化カリウム KI 水溶液と反応させた場合を考えてみる。酸化剤と還元剤の化学反応式は、次のようにしてつくる。

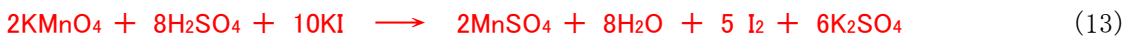
授受した電子 e^- の数が等しくなるように(9)式を2倍、(10)式を5倍して、それぞれの辺を加えて e^- を消去すると、酸化還元反応を表すイオン反応式(11)式が得られる。



(9)式と(10)式で省略されている 12K^+ と 8SO_4^{2-} をイオン反応式の両辺に書き加えると、
($2\text{K}^+ + 2\text{MnO}_4^-$) + ($16\text{H}^+ + 8\text{SO}_4^{2-}$) + ($10\text{K}^+ + 10\text{I}^-$)



すなわち、



という化学反応式が得られる。



▲図5 過マンガン酸カリウムとヨウ化カリウムの反応

<酸化還元反応No. 5>

《過酸化水素H₂O₂の作用》

過酸化水素はおもに酸化剤であるが、強い酸化剤に対しては、還元剤としても作用する。

【過酸化水素とヨウ化カリウムの反応】硫酸で酸性にした溶液中でのKIとの反応では、H₂O₂の水溶液は酸化剤としてはたらき H₂O を生成する。



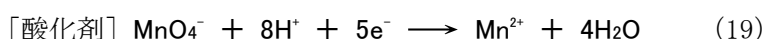
(14) , (15) のそれぞれの辺を加えてe⁻を消去すると、イオン反応式は



(16) 式の両辺に2K⁺ とSO₄²⁻ を加えると、次の化学反応式が得られる。



【過酸化水素と過マンガン酸カリウムの反応】硫酸で酸性にした水溶液中での、KMnO₄のような強い酸化剤との反応では、H₂O₂の水溶液は還元剤としてはたらき O₂ を生成する。



(18) ×5 + (19) ×2より、イオン反応式は



(20) 式の両辺に2K⁺ と3SO₄²⁻ を加えると、次の化学反応式が得られる。



	還元剤	酸化剤		還元剤	酸化剤
					
無色	褐色	無色	無色	赤紫色	
ヨウ化カリウム KI水溶液 (硫酸酸性)	ヨウ素I ₂ が遊離する	過酸化水素H ₂ O ₂ 水溶液	酸素O ₂ が発生し、 マンガン(Ⅱ)イオン Mn ²⁺ が生成する	過マンガン酸 カリウムKMnO ₄ 水溶液 (硫酸酸性)	

▲図6 過酸化水素の反応

過酸化水素 H₂O₂ と二酸化硫黄 SO₂ は、
相手によって酸化剤としても還元剤としてもはたらく。

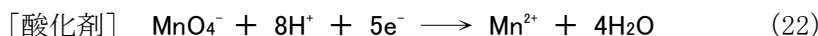
重要！

二酸化硫黄はおもに還元剤としてはたらくが、
硫化水素と反応するときは、酸化剤として作用する。

《二酸化硫黄SO₂の作用》

【二酸化硫黄と過マンガン酸カリウムの反応】

酸性溶液中のKMnO₄との反応では、SO₂は還元剤としてはたらき SO₄²⁻を生成する。



(22) × 2 + (23) × 5より、イオン反応式は



(24) 式の両辺に2K⁺を加えると、次の化学反応式になる。



【二酸化硫黄と硫化水素の反応】

硫化水素H₂Sとの反応では、SO₂は酸化剤としてはたらき、単体の硫黄 Sが生成する。



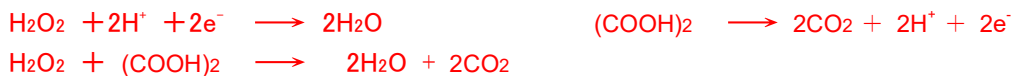
(26) + (27) × 2より、次の化学反応式が得られる。



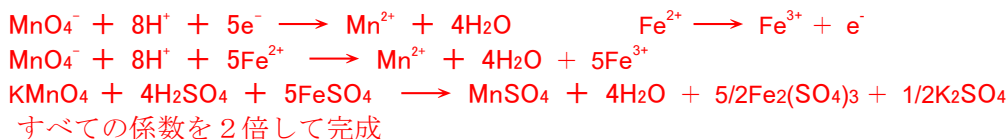
▲図7 二酸化硫黄の反応

問2 次の酸化還元反応を、化学反応式で示せ。

(1) 過酸化水素（硫酸で酸性にしたもの）と、シュウ酸H₂C₂O₄との反応



(2) 過マンガン酸カリウム（硫酸で酸性にしたもの）と、硫酸鉄（Ⅱ）FeSO₄水溶液との反応



(3) 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液と硫酸鉄（Ⅱ）水溶液の反応で、過マンガン酸カリウム1 molとちょうど反応する硫酸鉄（Ⅱ）は何molか。 5 mol

<酸化還元反応No. 4>

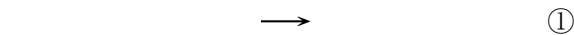
・暗記をせずに酸化還元反応式を書くにはどうしたらよいか。

《酸化還元反応における電子を含むイオン反応式の書き方》

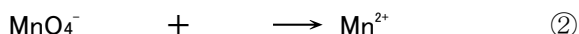
例題1 希硫酸を加えて酸性にした過マンガン酸カリウムの水溶液が、還元剤と反応すると、過マンガン酸イオン MnO_4^- はマンガン(II)イオン Mn^{2+} となる。この場合の過マンガン酸カリウムの酸化剤としてののはたらきを、電子を含むイオン反応式(半反応式)で表せ。

[半反応式の書き方]

(1) 酸化数の変化した物質を書く。(十分なスペースを空けておく)

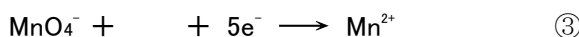


(2) 酸化数の変化に相当する数の電子 e^- を書き加える。(電子の酸化数を-1と考えればよい)



$$+7 \quad \text{---} \times (-1) = +2$$

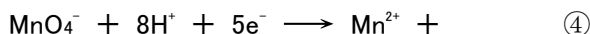
(3) 両辺の電荷が等しくなるように、水素イオン H^+ を書き加える。



$$1- \quad \text{---} \quad 5- = 2+$$

塩基性溶液のときは、 OH^- を書き加える。

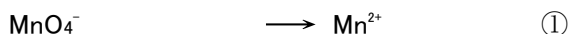
(4) 両辺の酸素原子の数が等しくなるように H_2O を書き加える。(同時にHの数も等しくなる)



$$4 \quad \quad \quad = \quad \quad \quad \text{---}$$

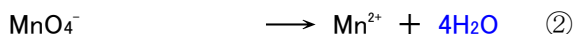
[別法]

(1) 酸化数の変化した物質を書く。



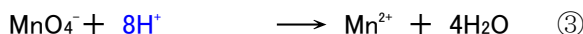
(2) 両辺にある酸素原子の数をそろえるように、水 H_2O を書き加える。

左辺に酸素原子Oが4個あるので、右辺に H_2O を4分子加える。



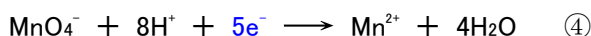
(3) 両辺にある水素原子の数をそろえるように、水素イオン H^+ を書き加える。

右辺に水素原子Hが8個あるので、左辺に硫酸 H_2SO_4 の電離によって生じる H^+ を8個加える。



(4) 両辺の電荷を合わせるように、電子 e^- を書き加える。

左辺の電荷の総数と右辺の電荷の総数をそろえるために、左辺に5個の電子 e^- を加える。



※このとき、 MnO_4^- は電子 e^- を5個受け取っているが、これはMnの酸化数が+7から+2に変化していることと一致している。

問1 ① 希硫酸を加えて酸性にした過酸化水素 H_2O_2 の水溶液が酸化剤としてはたらくと、水 H_2O ができる。過酸化水素の酸化剤としてののはたらきを、電子を含むイオン反応式で示せ。

② シュウ酸 $(\text{COOH})_2$ が還元剤としてはたらくと、二酸化炭素が発生する。このときの変化を電子を含むイオン反応式で示せ。

2. 電子の授受と反応式

酸化剤と還元剤の反応では、授受する電子の数が等しい。したがって、

酸化剤が受け取る電子の数 = 還元剤の放出する電子の数 になるように、それぞれのイオン反応式を組み合わせると、酸化剤と還元剤の化学反応式をつくることができる。過マンガン酸カリウム KMnO_4 、過酸化水素 H_2O_2 、二酸化硫黄 SO_2 を例として、酸化還元反応の化学反応式を考えよう。

《過マンガン酸カリウム KMnO_4 の作用》

過マンガン酸カリウムは代表的な酸化剤である。黒紫色^{こくしよく}の結晶で、水溶液は過マンガン酸イオン MnO_4^- の赤紫色^{せきしよく}を示す。 MnO_4^- は硫酸で酸性にした水溶液中で、酸化剤としてはたらくと_____になる。生じた_____は、ほとんど無色のイオンである①。

[酸化剤] _____ (9) ①濃度が高い水溶液は淡桃色を示す。

《ヨウ化カリウム KI の作用》

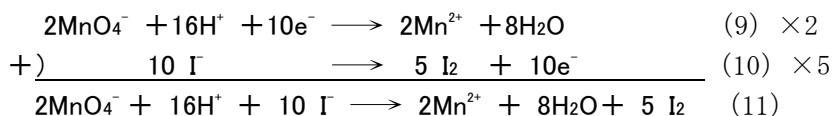
ヨウ化カリウムは還元剤である。水溶液中で KI は電離して無色の I^- が存在する。 I^- が還元剤としてはたらくと、電子を失い褐色の_____に変化する。

[還元剤] _____ (10)

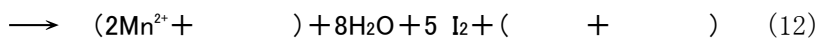
【過マンガン酸カリウムとヨウ化カリウムの反応】

硫酸で酸性にした KMnO_4 の水溶液を、ヨウ化カリウム KI 水溶液と反応させた場合を考えてみる。酸化剤と還元剤の化学反応式は、次のようにしてつくる。

授受した電子 e^- の数が等しくなるように(9)式を2倍、(10)式を5倍して、それぞれの辺を加えて e^- を消去すると、酸化還元反応を表すイオン反応式(11)式が得られる。



(9)式と(10)式で省略されている 12K^+ と 8SO_4^{2-} をイオン反応式の両辺に書き加えると、
(_____+ 2MnO_4^-)+(_____+ 16H^+)+(_____+ 10I^-)



すなわち、

(13)

という化学反応式が得られる。



▲図5 過マンガン酸カリウムとヨウ化カリウムの反応

<酸化還元反応No. 5>

《過酸化水素 H_2O_2 の作用》

過酸化水素はおもに酸化剤であるが、強い酸化剤に対しては、還元剤としても作用する。

【過酸化水素とヨウ化カリウムの反応】硫酸で酸性にした溶液中でのKIとの反応では、 H_2O_2 の水溶液は酸化剤としてはたらき _____ を生成する。

[酸化剤] _____ (14)

[還元剤] _____ (15)

(14) , (15) のそれぞれの辺を加えて e^- を消去すると、イオン反応式は

_____ (16)

(16) 式の両辺に 2K^+ と SO_4^{2-} を加えると、次の化学反応式が得られる。

_____ (17)

【過酸化水素と過マンガン酸カリウムの反応】硫酸で酸性にした水溶液中での、 KMnO_4 のような強い酸化剤との反応では、 H_2O_2 の水溶液は還元剤としてはたらき _____ を生成する。

[還元剤] _____ (18)

[酸化剤] $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ (19)

(18) $\times 5 +$ (19) $\times 2$ より、イオン反応式は

_____ (20)

(20) 式の両辺に 2K^+ と 3SO_4^{2-} を加えると、次の化学反応式が得られる。

_____ (21)

還元剤		酸化剤		還元剤		酸化剤		
								
無色		褐色		無色		無色		赤紫色
ヨウ化カリウム KI水溶液 (硫酸酸性)		ヨウ素 I_2 が遊離する		過酸化水素 H_2O_2 水溶液		酸素 O_2 が発生し、 マンガン(II)イオン Mn^{2+} が生成する		過マンガン酸 カリウム KMnO_4 水溶液 (硫酸酸性)

▲図6 過酸化水素の反応

過酸化水素 H_2O_2 と二酸化硫黄 SO_2 は、
相手によって酸化剤としても還元剤としてもはたらく。

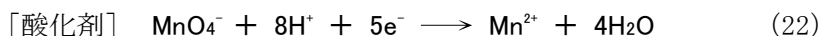
重要！

二酸化硫黄はおもに還元剤としてはたらくが、
硫化水素と反応するときは、酸化剤として作用する。

《二酸化硫黄SO₂の作用》

【二酸化硫黄と過マンガン酸カリウムの反応】

酸性溶液中のKMnO₄との反応では、SO₂は還元剤としてはたらき を生成する。



(22) × 2 + (23) × 5より、イオン反応式は



(24) 式の両辺に2K⁺を加えると、次の化学反応式になる。



【二酸化硫黄と硫化水素の反応】

硫化水素H₂Sとの反応では、SO₂は酸化剤としてはたらき、単体の が生成する。



(26) + (27) × 2より、次の化学反応式が得られる。



酸化剤 還元剤 酸化剤 還元剤

赤紫色 無色 無色 淡黄色沈殿 無色

過マンガン酸カリウムKMnO₄水溶液 (硫酸酸性) 硫酸イオンSO₄²⁻とマンガニオンMn²⁺が生成する 二酸化硫黄SO₂水溶液 硫黄Sが遊離する 硫化水素H₂S水溶液

▲図7 二酸化硫黄の反応

問2 次の酸化還元反応を、化学反応式で示せ。

(2) 過酸化水素（硫酸で酸性にしたもの）と、シュウ酸H₂C₂O₄との反応

(2) 過マンガン酸カリウム（硫酸で酸性にしたもの）と、硫酸鉄（Ⅱ）FeSO₄水溶液との反応

(3) 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液と硫酸鉄（Ⅱ）水溶液の反応で、過マンガン酸カリウム1 molとちょうど反応する硫酸鉄（Ⅱ）は何molか。

.....