

本科 1 期 6 月度

解答

Z会東大進学教室

高2東大化学



8章 酸化還元反応

問題

■演習

【1】

解答

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

解説

下線のついた原子の酸化数をそれぞれ x とする。

(1) 化合物中において H 原子, O 原子は、例外を除き、それぞれ +1, -2 の酸化数をとる。

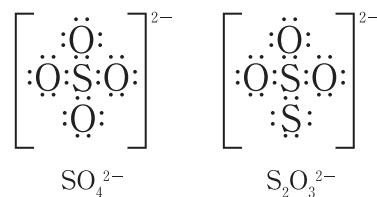
化合物の酸化数の総和は 0 なので

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

(2) 多原子イオンをつくっている原子の酸化数の総和は、そのイオンの価数（符号も含む）と一致するので

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

チオ硫酸イオン $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ は、硫酸イオン SO_4^{2-} のうちの O 原子の 1 つを S 原子に置き換えた構造をしていると考えてよい。



したがって、チオ硫酸イオン $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ における 2 つの S 原子の立場は異なり、酸化数もそれぞれ異なる。しかし、化学式として $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ と書かれている以上、2 個の S 原子は区別できないため、1 個分についての平均で表現するしかない。

(3) ClO_3^- 中の Cl の酸化数なので

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

(4) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中の Cr の酸化数なので

$$2x + 7 \times (-2) = -2 \quad \therefore x = +6$$

(5) 単体の原子の酸化数は 0 であるが、式で表すとすると、単体も化合物と同様に、物質全体としての電荷は 0 であるから

$$3 \times x = 0 \quad \therefore x = 0$$

(6) 多原子イオンをつくっている原子の酸化数の総和は、そのイオンの価数（符号も含む）と一致するので

$$(+1) + x + 4 \times (-2) = -2 \quad \therefore x = +5$$

(7) MnO_4^- 中の Mn の酸化数なので

$$x + 4 \times (-2) = -1 \quad \therefore x = +7$$

(8) 2 族元素であるカルシウムは、化合物中では必ず +2 の酸化数をとる。よって

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

(9) 過酸化水素中において、水素の酸化数が -1 であることにも注意。

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

化合物中で H 原子が -1 の酸化数をとるのは、このほかには(8)の CaH_2 などの水素化物の場合のみで、ふつうは化合物中では +1 の酸化数をとる。

(10) 化合物中の原子の酸化数の総和は 0 なので

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

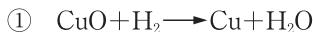
【2】

解答

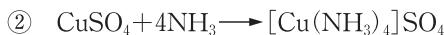
- ① ○, 酸化銅(Ⅱ)
- ② ×
- ③ ○, 酸素
- ④ ○, 酸化鉄(Ⅲ)
- ⑤ ○, ヨウ素
- ⑥ ○, 酸化マンガン(Ⅳ)
- ⑦ ○, 過酸化水素
- ⑧ ×
- ⑨ ×
- ⑩ ○, 二酸化硫黄

解説

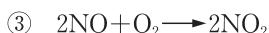
相手を酸化している物質（＝相手から電子を奪っている原子を含む物質）が酸化剤である。つまり、酸化剤は、電子を受け取っている原子（＝酸化数の減少している原子）を含む物質である。酸化還元反応を見分けるには、反応前後の物質の酸化数変化に着目する。なお、一般に、単体が関与している反応は酸化還元反応である（ \because 一般に、単体中の原子の酸化数は0、化合物中ではそれ以外であるから）。



Cu の酸化数は $+2 \rightarrow 0$ と減少しているので、CuO は酸化剤である。H の酸化数は $0 \rightarrow +1$ と増加しており、CuO を還元していることがわかる。

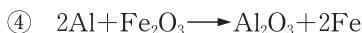


Cu^{2+} を含む水溶液に過剰の NH_3 を通じると、 NH_3 が Cu^{2+} に配位して、錯イオンであるテトラアンミン銅(Ⅱ)イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を生成する。この反応は、酸化数の変化していない原子がないので、酸化還元反応ではない。



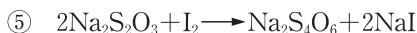
N の酸化数は $+2 \rightarrow +4$ と増加しているので、NO は還元剤である。

O_2 中の O の酸化数は $0 \rightarrow -2$ と減少しているので、 O_2 は酸化剤である。



Al の酸化数は $0 \rightarrow +3$ と増加しているので、Al は還元剤である。

Fe の酸化数は $+3 \rightarrow 0$ と減少しているので、 Fe_2O_3 は酸化剤である。



$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は、 Na^+ とチオ硫酸イオン $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ が結合した化合物である。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中の S の平均酸化数を x とすると

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

一方、 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ は、 Na^+ と四チオン酸イオン $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ が結合した化合物である。 $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 中の S の平均酸化数を y とすると

$$4y + 6 \times (-2) = -2 \quad \therefore y = +\frac{5}{2}$$

よって、Sの酸化数は $+2 \rightarrow +\frac{5}{2}$ と増加しているので、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は還元剤である。また、

Iの酸化数は、 $0 \rightarrow -1$ と減少しているので、 I_2 は酸化剤である。



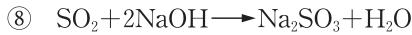
Mnの酸化数は $+4 \rightarrow +2$ と減少しているので、 MnO_2 は酸化剤である。

また、 HCl 中のCl原子のうち一部は、酸化数が $-1 \rightarrow 0$ (Cl_2 中)と増加しているので、 HCl は還元剤である。



H_2O_2 中のOの酸化数は $-1(\text{H}_2\text{O}_2) \rightarrow -2(\text{H}_2\text{O})$ と減少しているため、 H_2O_2 は酸化剤である。

Iの酸化数は $-1 \rightarrow 0$ と増加しているため、 KI は還元剤である。



この反応は、酸性酸化物である二酸化硫黄と塩基である水酸化ナトリウムの中和反応である。反応の前後で酸化数が変化している原子はないので、酸化還元反応ではない。



クロムCrの酸化数について計算してみよう。化合物中ではKの酸化数は $+1$ 、Oの酸化数は -2 であるから、二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中のCrの酸化数を x とすると

$$2 \times (+1) + 2x + 7 \times (-2) = 0 \quad \therefore x = +6$$

同様に、クロム酸カリウム K_2CrO_4 中のCrの酸化数を y とすると

$$2 \times (+1) + y + 4 \times (-2) = 0 \quad \therefore y = +6$$

したがって、反応の前後で酸化数の変化している原子はないので、酸化還元反応ではない。



SO_2 中のSは酸化数が $+4 \rightarrow 0$ と減少しているので、 SO_2 は酸化剤である。

H_2S 中のSは酸化数が $-2 \rightarrow 0$ と増加しているので、 H_2S は還元剤である。

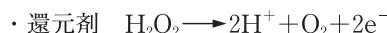
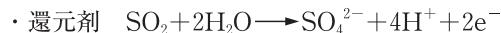
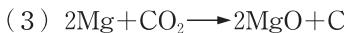
【3】

解答

問1 ア；水素、イ；增加、ウ；酸化、エ；減少、オ；還元
 カ；2、キ；1、ク； Sn^{2+} 、ケ； Sn^{4+} 、コ； Fe^{3+} 、サ； Fe^{2+}
 シ；酸化、ス；還元

問2 (1) イ；ラボアジエ、ロ；二酸化硫黄、過酸化水素 などから1つ
 ハ；橙赤、ニ；緑、ホ；+3

(2) 酸化されるとは電子を失う変化であり、還元されるとは電子を得る変化である。



問3 (1) A；2, B；2, C；14, D；6, E；7,
 F；8, G；5, H；4, I；2, J；1, K；1
 (2) (イ), (ハ), (ニ), (ヘ)
 (3) (ニ)；(エ), (ホ)；(ビ)

解説

問1

ア 狹義の酸化・還元は、酸素原子や水素原子のやり取りで定義される。

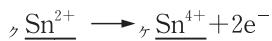
	酸素原子	水素原子
酸化	酸素と結合する変化	水素を失う変化
還元	酸素を失う変化	水素と結合する変化
例	$\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{HI} + \text{S}$

イ～オ 上の例において、 CuO （中の Cu^{2+} ）や I_2 は、それぞれ電子を受け取って Cu や I^- となり、このとき、これらは還元されているという。つまり、還元されるとは電子を受け取ることである。

また酸化数は、原子が、ある物質中において、単独の原子として存在するときに比べて電気的に正の状態にあれば +、負の状態にあれば - の記号をつけて表しているので、酸化される（= 負電荷をもつ電子を放出する）と酸化数は増加し、還元される（= 負電荷をもつ電子を受け取る）と酸化数は減少することになる。

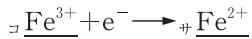


SnCl_2 は Sn^{2+} と Cl^- からなる化合物、 SnCl_4 は Sn^{4+} と Cl^- からなる化合物なので、 Sn の酸化数は、+2 → +4 へと、カ2だけ増加している。



つまり、 $\text{Sn}^{2+}(\text{SnCl}_2)$ は、電子を放出しているので、酸化されている。すなわち、還元剤としてはたらいている。

一方、Fe の酸化数は、 $+3 \rightarrow +2$ へと、1だけ減少している。



つまり、 $\text{Fe}^{3+}(\text{FeCl}_3)$ は、電子を受け取っているので、還元されている。すなわち、酸化剤としてはたらいている。

問2

(1)

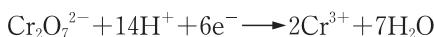
イ 物質の燃焼が酸素との化合であることをはじめて明らかにしたのは、ラボアジエ（フランス）である。ラボアジエのなした業績としては、質量保存の法則の発見がある。もう一つの重要な彼の仕事は、燃焼が可燃物と酸素との化合（酸素と反応して酸化物になること）であることを実験で証明したことである。ラボアジエの燃焼理論が出現するまでの約1世紀の間、燃焼は、物質に含まれるフロギストンという（仮定された）元素がその物質から離れることであると考えられていた（フロギストン説）。

ロ 酸化剤としても還元剤としてもはたらく物質としては、二酸化硫黄 SO_2 や過酸化水素 H_2O_2 など有名である。

ハ 代表的な酸化剤である二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ は、水溶液中ではカリウムイオン K^+ と二クロム酸イオン $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ （橙赤色）に電離している。

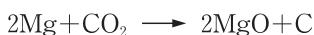


ニ、ホ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ は、酸性溶液中で酸化剤としてはたらくと、クロム(Ⅲ)イオン Cr^{3+} に変化する。 Cr^{3+} は緑色を呈する。



(2) 酸化還元反応を電子の授受でみた場合、酸化されるとは電子を失う変化であり、還元されるとは電子を受け取る変化である。

(3) マグネシウムは、非常に酸化されやすい金属なので、炭酸ガス中でも二酸化炭素から酸素原子を奪い取って酸化され、酸化マグネシウムに変化する。



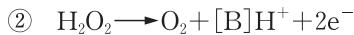
問3



反応式の両辺では、電荷の合計が等しくなることより

$$[\text{A}] \times (-1) = 2 \times (-1) \quad \therefore [\text{A}] = 2$$

次のように求めてもよい。 H_2O_2 中の O の酸化数は -1 である。一方、 OH^- 中の O の酸化数は -2 であるから、この反応において、O の酸化数は -1 から -2 に変化している。つまり、O 原子 1 個につき電子を 1 個受け取ったことになるので、 H_2O_2 分子 1 mol では電子を 2 mol 受け取ったことになる。よって、 $[\text{A}] = 2$ である。



反応式の両辺では、電荷・原子数の合計が等しいことより、 $[\text{B}]$ は 2 である。



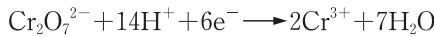
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ が酸化剤としてはたらくときの, e^- を用いたイオン反応式のつくり方から考え。反応の前後において、酸化数が変化するのは Cr のみである。 Cr は酸化数が $+6 \rightarrow +3$ と減少しているので、 Cr 1 個につき 3 個の電子を受け取っている。したがって

$$[D] = 2 \times 3 = 6$$

また、一般に酸性溶液中では、酸化剤から放出された酸素原子のうち酸化数の変化しないものは、 H^+ と反応して水 H_2O となるので

$$[E] = 7 \quad \therefore [C] = 14$$

以上より



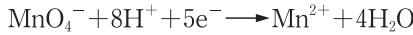
両辺の原子数、電荷が一致しているので、 e^- を用いた酸化剤のイオン反応式は完成である。



③と同様に考える。反応の前後において、酸化数が変化するのは Mn のみである。 Mn は酸化数が $+7 \rightarrow +2$ と減少しているので、 Mn 1 個につき 5 個の電子を受け取っている。したがって、 $[\text{G}]$ は 5 となる。反応式の両辺では、電荷の合計が等しいことより

$$(-1) + [\text{F}] \times (+1) + 5 \times (-1) = +2 \quad \therefore [\text{F}] = 8$$

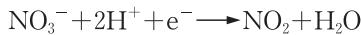
これより、 $[\text{H}] = 4$ が求められる。以上より



反応の前後において、酸化数が変化するのは N のみである。 N は酸化数が $+5 \rightarrow +4$ と減少しているので、 N 1 個につき、1 個の電子を受け取っている。したがって、 $[\text{J}]$ は 1 となる。反応式の両辺では、電荷の合計が等しいことより

$$(-1) + [\text{I}] \times (+1) + (-1) = 0 \quad \therefore [\text{I}] = 2$$

これより、 $[\text{K}] = 1$ が求められる。以上より



(2) 電子を受け取っている原子を含むものが、酸化剤である。反応式の左辺に電子があるものを選べばよい。①, ③, ④, ⑤が該当し、(イ), (ハ), (ニ), (ヘ) が答である。

(3) MnO_4^- を含む水溶液は赤紫色を、 Mn^{2+} を含む水溶液は淡桃色を示す。ただし、 Mn^{2+} を含む水溶液では、 Mn^{2+} の濃度がごく小さければ水溶液はほとんど無色に見える。

9章 酸化還元反応の量関係

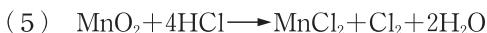
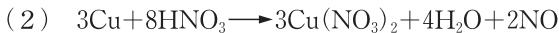
問題

■演習

【1】

解答

問1 ①



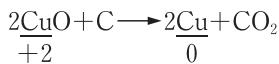
問3 (1) 下線部(1); $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$



解説

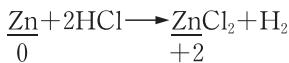
問1

① 酸化銅(II)を炭素(コークスなど)とともに強く熱すると、銅が得られる。



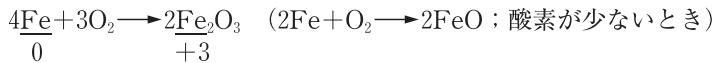
この反応において、Cuは還元されている。すなわち、酸化剤としてはたらいている。

② 亜鉛は、塩酸には水素を発生しながら溶解する。



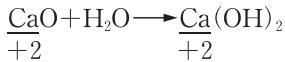
Znは酸化されており(=還元剤としてはたらいている)、酸化剤はHClである。

③ 鉄は空気中の酸素によって酸化され、酸化鉄(III)となる。



Feは酸化されており(=還元剤としてはたらいている)、酸化剤はO₂である。

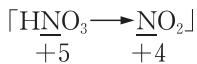
④ 酸化カルシウムは、水と反応すると、多量の熱を発して水酸化カルシウムとなる。



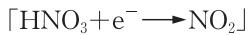
カルシウム以外の酸素、水素の酸化数も変化していないので、この反応は酸化還元反応ではない。

問 2

(1) まず、濃硝酸の反応を表す電子 e^- を含むイオン反応式を考える。濃硝酸は酸化剤としてはたらき、二酸化窒素 NO_2 となる。



酸化数が1減少するのは HNO_3 が電子を1個受け取るためであるから、左辺に e^- を加える。



次に、O原子の数をそろえるため、右辺にH₂Oを加える（酸性水溶液中で、酸化剤が放出したO原子のうち酸化数が変化しないものは、H⁺と反応してH₂Oとなる）。



H原子の数をそろえるため、左辺に H^+ を加える。



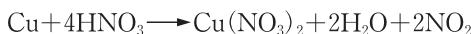
両辺において、左右の電荷の合計、および各原子の数が等しくなったので、これで完成である。一方、Cuは濃硝酸によって酸化され、 Cu^{2+} となる。



よって、①×2+②より、電子 e^- を消去するとイオン反応式が得られる。



ここで、左辺の H^+ は硝酸 HNO_3 の電離により生じているので、両辺に $2NO_3^-$ を加えて整理すると化学反応式が得られる。



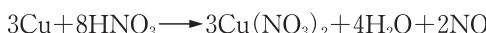
(2) 希硝酸は酸化剤としてはたらき、一酸化窒素 NO を発生する。これを、(1) のときと同様に考えて電子 e^- を含むイオン反応式で表すと、次のようになる。



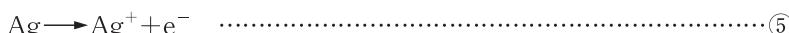
銅の変化は(1)の②式と同じであるから、 $\text{③} \times 2 + \text{②} \times 3$ より



左辺の H^+ は硝酸 HNO_3 の電離により生じているので、両辺に $6NO_3^-$ を加えて整理すると化学反応式が得られる。



(3) 熱濃硫酸が酸化剤としてはたらき、二酸化硫黄 SO_2 になる。銀は酸化され銀(I)イオン Ag^+ となる。



$$\textcircled{4} + \textcircled{5} \times 2 \text{ より}$$



左辺の H^+ は H_2SO_4 の電離により生じたと考えられるので、両辺に SO_4^{2-} を加えて整理すると化学反応式が得られる。



(4) 硫酸酸性下で、二クロム酸イオン $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ は酸化剤としてはたらき、 Cr^{3+} になる。

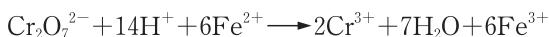
Cr の酸化数の変化は $+6 \rightarrow +3$ であり、Cr 1 個につき電子 e^- を 3 個受け取っている。 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中には Cr が 2 個含まれていることに注目し、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 全体では電子 e^- を 6 個受け取っていることに注意する。



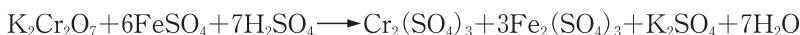
このとき、 Fe^{2+} が酸化されて Fe^{3+} になる。



よって、⑥+⑦×6 より



硫酸酸性で二クロム酸カリウムを反応させているので、両辺に 2K^+ , 13SO_4^{2-} を加えて整理すると化学反応式が得られる。



(5) 濃塩酸に MnO_2 を加えて加熱すると、 MnO_2 により Cl^- が酸化されて Cl_2 が発生する。



⑧+⑨より



これに、両辺に 2Cl^- を加えて整理すると化学反応式が得られる。



問 3

(1)

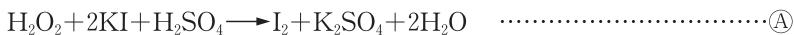
下線部(1) ヨウ化カリウム KI 水溶液に硫酸酸性の過酸化水素 H_2O_2 を加えると、ヨウ素 I_2 が生成したとあるので、 I^- が酸化されたことがわかる。よって、 H_2O_2 が酸化剤、KI が還元剤である。



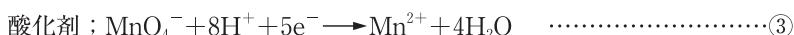
①+②より、 e^- を消去すると、イオン反応式が得られる。



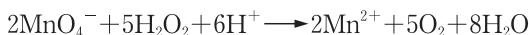
左辺の I^- は KI の電離により、 H^+ は H_2SO_4 の電離により生じているので、このイオン反応式の両辺に $2K^+$, SO_4^{2-} を加えて整理すると、化学反応式が得られる。



下線部(2) H_2O_2 は一般には酸化剤としてはたらくが、より強い酸化剤と反応する場合は還元剤としてはたらく。硫酸酸性の過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液に H_2O_2 を加えると、 KMnO_4 は、 H_2O_2 よりも強い酸化剤なので、 H_2O_2 を酸化し、自身はマンガン(Ⅱ)イオン Mn^{2+} に変化する(このときの反応の様子は、 KMnO_4 水溶液の赤紫色が消失し、ほとんど無色になることで観察することができる)。



③×2+④×5より、 e^- を消去すると、イオン反応式が得られる。



両辺に 2K^+ , 3SO_4^{2-} を加えて整理すると、求める化学反応式が得られる。

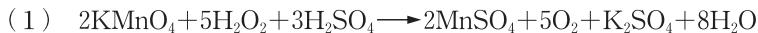


(2) ⑤式のように KMnO_4 は H_2O_2 を酸化するので、 KMnO_4 は H_2O_2 よりも強い酸化剤である (⑤式の逆反応は起きない)。さらに、④式で表されるように H_2O_2 は KI を酸化して I_2 とするから、 H_2O_2 は I_2 よりも強い酸化剤である。したがって、酸化剤の強さの順は



【2】

解答

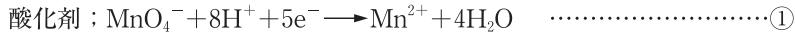


(2) 3.8×10^2 mL

(3) 0.84L

解説

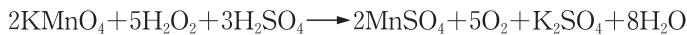
(1) 過マンガン酸イオンが酸化剤、過酸化水素が還元剤としてはたらく。



①×2+②×5より、 e^- を消去すると、イオン反応式が得られる。



両辺に 2K^+ , 3SO_4^{2-} を加えて整理すると、求める化学反応式が得られる。



(2) 酸化還元反応では

(酸化剤が受け取った電子の物質量) = (還元剤が放出した電子の物質量)

が成り立つ。この反応では、 MnO_4^- (酸化剤)は1molにつき電子を5mol受け取り、 H_2O_2 (還元剤)は1molにつき電子を2mol放出するので、次式が成立する。

$$(\text{MnO}_4^- \text{ の物質量}) \times 5 = (\text{H}_2\text{O}_2 \text{ の物質量}) \times 2$$

よって、反応した H_2O_2 の物質量を $x[\text{mol}]$ とすると

$$\left(0.25 \times \frac{60}{1000}\right) \times 5 = x \times 2$$

$$\therefore x = 3.75 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

過酸化水素水が y [mL] 反応したとすると、過酸化水素水の濃度が 0.10mol/L であることより

$$0.10 \times \frac{y}{1000} = 3.75 \times 10^{-2}$$

$$\therefore y = 3.75 \times 10^2 \text{ [mL]}$$

(3) 化学反応式より、発生する酸素の物質量は反応した H_2O_2 の物質量に等しいので、酸素は $3.75 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 発生する。また、標準状態における気体 1mol の体積は、気体の種類に関係なく 22.4L であるから、求める酸素の体積は

$$3.75 \times 10^{-2} \times 22.4 = 0.84 \text{ [L]}$$

【3】

解答

- 問1 (1) メスフラスコ
 (2) ホールピペット
 (3) ビュレット

問2 (a) $5e^-$
 (b) $4H_2O$
 (c) $2e^-$

問3 $4.19 \times 10^{-2} mol/L$

問4 わずかに赤紫色を呈

問5 $2KMnO_4 + 8H_2SO_4 +$

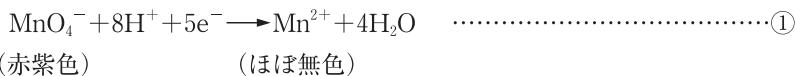
問6 $0.115mol/L$

解説

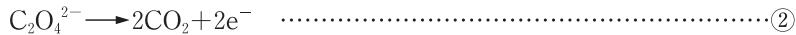
- 問1

 - (1) 正確な体積の溶液を調製するには、メスフラスコを用いる。メスフラスコでは、標線まで液体を入れると、中の液体の体積が正確に表示されている体積になる。
 - (2) 一定量（1 mL, 5 mL, 10mL など）の液体の体積を正確に測りとるには、ホールピペットを用いる。ホールピペットでは、標線まで入れた液体を流し出すと、流し出された液体の体積が正確に表示されている体積になる。
 - (3) 溶液を少しづつ加え、加えた溶液の体積を求めるには、ビュレットを用いる。ビュレットでは、下についているコックの開閉により、液体を少量ずつ滴下することができる。なお、滴下前後の目盛りの読みの差が、滴下した液体の体積である。

- 問2 過マンガン酸イオンが酸化剤、シュウ酸イオンが還元剤としてははらく。Mn 1 個につき電子を 5 個受け取っているので、(a) は「 $5e^-$ 」である。両辺の H および O 原子の数をそろえるため、(b) は「 $4H_2O$ 」である。

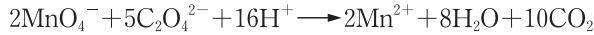


シュウ酸イオン $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ は還元剤としてはたらくと CO_2 になる。題意の式で、両辺の電荷、および各原子の数が等しくなることを考えると、(c) は、「 2e^- 」である。



なお、化学反応式は次のようにして求めることができる。

①×2+②×5 より



硫酸酸性で反応させているので、両辺に 2K^+ , 10Na^+ , 8SO_4^{2-} を加えて整理すると



となる。

- $$(MnO_4^- \text{ の物質量}) \times 5 = (C_2O_4^{2-} \text{ の物質量}) \times 2$$

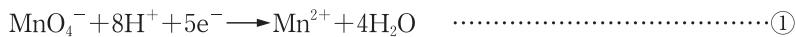
が成り立つ。したがって、 KMnO_4 水溶液の濃度を $x[\text{mol/L}]$ とすると

$$x \times \frac{19.1}{1000} \times 5 = 0.100 \times \frac{20.0}{1000} \times 2$$

$$\therefore x = 4.188 \times 10^{-2} \text{ [mol/L]}$$

問4 MnO_4^- を含む水溶液は赤紫色を示す。一方、反応で生じる Mn^{2+} を含む水溶液は、 Mn^{2+} の濃度が大きければ淡桃色であるが、濃度が小さければほとんど無色に見える。よって、反応の終点は、わずかに過剰となった MnO_4^- により水溶液がうすい赤紫色を呈したところである。

問5 硫酸鉄(Ⅱ) FeSO_4 中の Fe^{2+} が、 KMnO_4 に酸化されて Fe^{3+} となる。



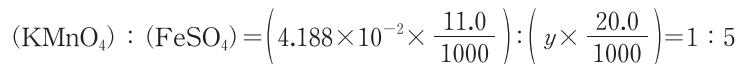
$$\textcircled{1} + \textcircled{3} \times 5 \text{ より}$$



硫酸酸性で反応させているので、両辺に K^+ , $9SO_4^{2-}$ を加えて整理し、さらに全体を2倍して化学反応式を得る。



問6 問5で求めた反応式の係数より、反応する $KMnO_4$ と $FeSO_4$ の物質量比は $2:10 = 1:5$ であるから、求める $FeSO_4$ 水溶液の濃度を $y[mol/L]$ とすると



$$\therefore y = 0.1151 \text{ (mol/L)}$$