

【KMnO₄滴定】

濃度不明の硫酸鉄(Ⅱ)FeSO₄水溶液の濃度を酸化還元反応を利用して求めるために、次のような操作を行った。

〔操作 1〕 シュウ酸ナトリウム Na₂C₂O₄(式量：134) 13.4 g を水に溶かして正確に 1 L とし、0.100 mol/L の標準水溶液を調製した。

〔操作 2〕 過マンガン酸カリウム KMnO₄ を水に溶かして、約 0.04 mol/L の水溶液を調製した。

〔操作 3〕 この過マンガン酸カリウム水溶液の正確なモル濃度を求めるために、操作 1 で調製したシュウ酸ナトリウム標準水溶液から正確に 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、19.1 mL 加えたところで反応が完了した。

〔操作 4〕 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を求めるために、硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 20.0 mL を三角フラスコにとり、希硫酸を加えて酸性にしてから約 60°C に加温し、操作 3 でモル濃度を求めた過マンガン酸カリウム水溶液を少しずつ加えたところ、11.0 mL 加えたところで反応が完了した。

問 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液のモル濃度を有効数字 3 桁で求めよ。

【KMnO₄滴定②】

0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液(濃紫色)20.0 mL を三角フラスコにとり、硫酸酸性下で濃度不明の亜硝酸カリウム KNO₂ 水溶液 10.0 mL を加えた。このとき、亜硝酸塩は過マンガン酸カリウムにより酸化されて、次式に示すように硝酸塩となる。



この溶液に 0.20 mol/L の硫酸鉄(Ⅱ)FeSO₄ 水溶液を 2.0 mL 加えたところ、この溶液の色は濃紫色から淡桃色に変化し、反応が完結した。

問 濃度不明の亜硝酸カリウム水溶液のモル濃度を求めよ。ただし、有効数字は 2 桁とする。

【鉄イオンの定量】

濃度未知の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンを含む 0.30 mol/L の希硫酸溶液 A がある。この溶液 A を 10.00 mL 正確にはかりとり、 0.020 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定したところ、 15.0 mL を要した。

別に溶液 A を 10.00 mL はかりとり、 7.0% の過酸化水素水溶液 1.0 g を加えて加熱した。次に、この溶液がアルカリ性になるまでアンモニア水を加え、生じた沈殿をこしわけた。沈殿を強熱し、完全に酸化物としてから質量をはかったところ、 0.32 g であった。

問 溶液 A 中の Fe^{2+} イオンと Fe^{3+} イオンの濃度を mol/L 単位で求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

ただし、原子量は、 $\text{Fe}=55.9$ とする。

【燃料電池】

次の文章を読み、(ア)には有効数字2桁の数値、(イ)、(ウ)には有効数字3桁の数値を入れよ。ただし、気体は理想気体とし、その1 molあたりの体積は22.4 L(標準状態)であり、ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

燃料電池は、還元剤である水素と酸化剤である酸素との化学反応によって、電気を外部に取り出す装置である。通常の電池では、還元剤や酸化剤が消費されると電気を取り出すことができなくなるが、燃料電池では、燃料である水素と酸素を外部から供給することによって、連続的に電気を取り出せるという利点がある。

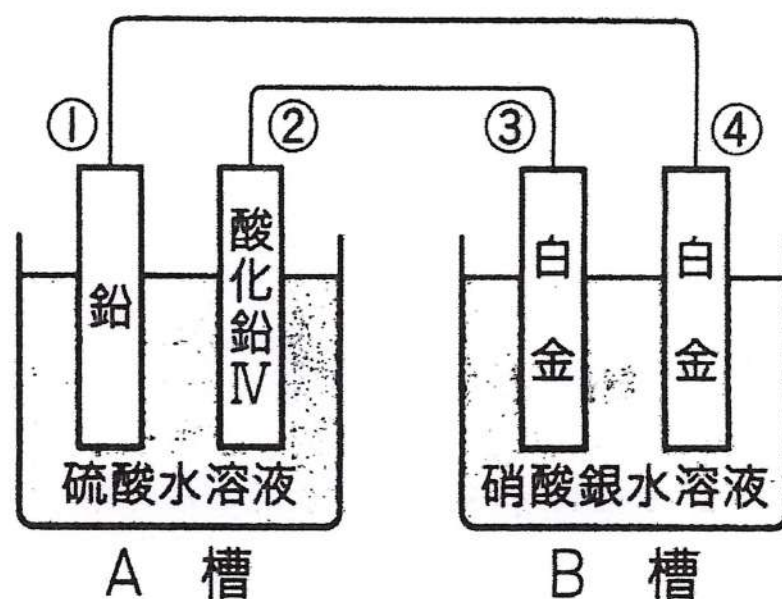
リン酸型の水素-酸素燃料電池で電流を取り出すとき、負極では水素が消費され、正極では酸素が消費される。この電池を回路につないで電流を流したところ、負極では水素が標準状態に換算して465 mL消費された。このとき、回路を流れた電子の物質量は(ア) molである。

アポロ計画の宇宙船やスペースシャトルでは、水酸化カリウム水溶液を用いたアルカリ型燃料電池が電源として使用された。この燃料電池を、77.2 Aの一定電流で、19日間連続的に運転するためには、(イ) Lの液体酸素(密度 1.14 g/cm^3)が必要である。このとき、燃料電池の負極では水が生成する。また、この燃料電池の負極で19日間に生じる水(密度 1.00 g/cm^3)の体積は(ウ) Lであり、この水は宇宙飛行士の飲料水などに用いられた。

【鉛蓄電池と電気分解】

右の図に示すように、硫酸水溶液を入れた A 槽と硝酸銀水溶液を入れた B 槽に、電極①～④を浸し、導線で結んだ。次の問いに答えよ。

ただし、各元素の原子量は、 $H=1$, $C=12$, $N=14$, $O=16$, $S=32$, $Ag=108$, $Pb=207$ とする。



問 B 槽から発生した気体を捕集したところ、その体積は標準状態において 1.12 L であった。A 槽の硫酸水溶液の初めの質量パーセント濃度が 31% 、質量が 700 g であったとき、反応後の硫酸水溶液の質量パーセント濃度は何%か。整数で解答せよ。ただし、 1 mol の気体の体積は 22.4 L (標準状態) とする。