

【ヨウ素滴定】

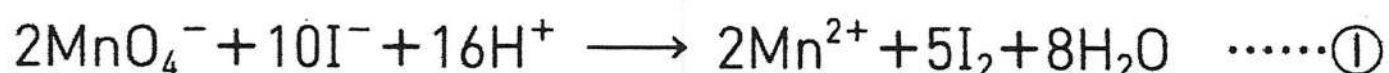
溶液 A 中に含まれる微量の過マンガン酸イオンのモル濃度を、次のような実験により決定した。

〔操作 1〕 約 0.5 g のヨウ化カリウムを約 10 mL の希硫酸に溶解し、これに正確にはかり取った溶液 A を 10.0 mL 加え、ゆっくりと振り混ぜると溶液は淡黄色に変化した。

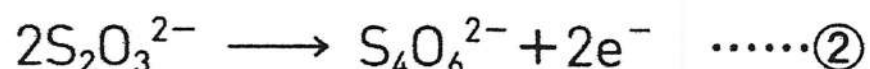
〔操作 2〕 操作 1 で得られた溶液に室温でデンプン溶液を加えると、溶液の色は青紫色に変化した。

〔操作 3〕 操作 2 で得られた溶液を $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、溶液の青紫色が消えるまでに 10.4 mL を要した。

操作 1 において、溶液が淡黄色に変化したのは、次のような酸化還元反応が速やかに進行し、ヨウ素が生成したためである。



また、チオ硫酸イオンはヨウ素に対して、以下に示されるように還元剤として働く。



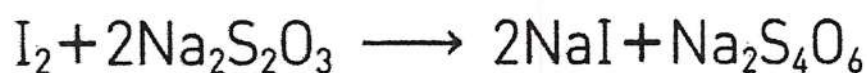
問 溶液 A 10.0 mL 中の過マンガン酸イオンのモル数を有効数字 2 桁で求めよ。

【ヨウ素滴定②】

排ガス中に含まれる二酸化硫黄の濃度を測定するために、まず水蒸気を除去した排ガス 10 L を 0.10 mol/L のヨウ素溶液 200 mL に通すことにより、すべての二酸化硫黄を硫酸まで完全に酸化し、吸収させた。

次に、二酸化硫黄を吸収させた溶液 200 mL に水を加えて正確に 1 L とし、この溶液の 50.0 mL について、デンプンを指示薬として 0.020 mol/L の $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液で滴定したところ、25.0 mL を必要とした。

I_2 と $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ は次の反応式にしたがって反応するとして、以下の問いに答えよ。

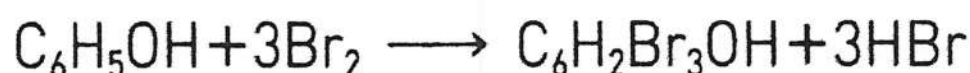


問 排ガス 10 L に含まれていた二酸化硫黄は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。

【ヨウ素滴定(ブランクテスト)】

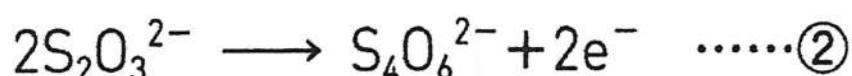
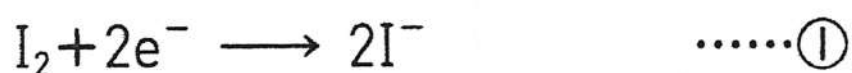
フェノールと臭素との反応を利用して、以下の操作により、水溶液中のフェノール濃度が求められる。

〔操作 1〕 濃度の不明なフェノール水溶液 25.0 mL に、臭素水 30.0 mL を加えてフェノールを完全に反応させた。この反応ではすべてのフェノールが臭素と反応して 2, 4, 6-トリブロモフェノールを生成した。



〔操作 2〕 操作 1 で得られた溶液にヨウ化カリウム水溶液を加えて未反応の臭素をすべて反応させた。

〔操作 3〕 操作 2 で得られた溶液をチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定した。この反応は次の反応式で表される。



ここでは、0.100 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液 10.8 mL を要した。

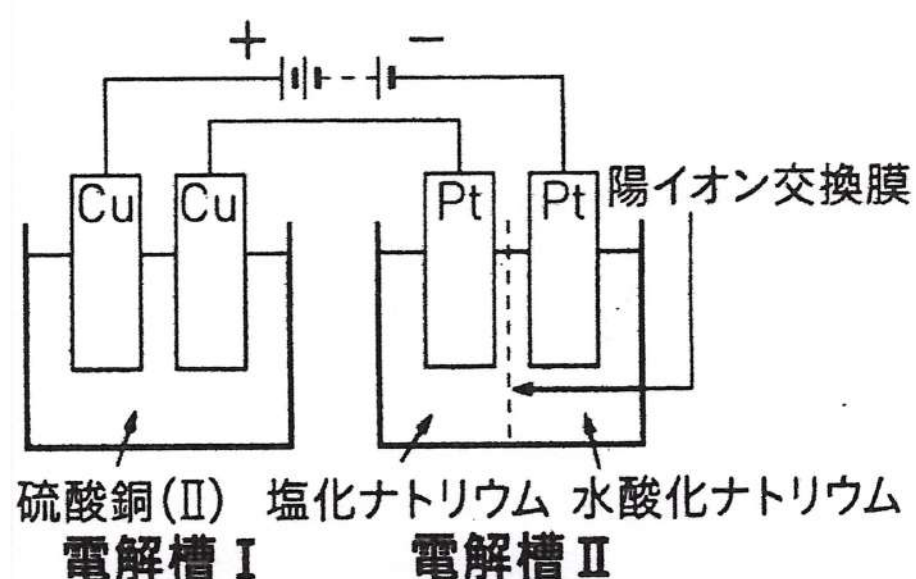
〔操作 4〕 フェノール水溶液 25.0 mL のかわりに蒸留水 25.0 mL を用いて、操作 1 ～ 3 を繰り返した。ここでは、操作 3 と同じ濃度のチオ硫酸ナトリウム水溶液 28.8 mL を要した。

問 フェノール水溶液のモル濃度はいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。

【銅の電解精錬とイオン交換膜法】

電気分解に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。必要ならば、ファラデー定数 $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、アボガドロ定数 $N_A=6.02 \times 10^{23} \text{ /mol}$ とせよ。計算の結果は小数点以下第2位を四捨五入し、また発生した気体は溶液に溶けず、溶液の体積は変化しないものとする。電解槽Ⅰでは気体は発生しないものとする。ただし原子量は $\text{Cu}=63.5$ とする。

右図のように電解槽を2つ直列につないで電気分解を行った。電解槽Ⅰには硫酸銅(Ⅱ)の水溶液が、電解槽Ⅱには陽イオン交換膜をはさんで陽極側には1 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液が1 L、陰極側には



は0.1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液が1 L入っている。電解槽Ⅰの電極は銅製、電解槽Ⅱの電極は白金製である。ある一定の電流で1時間電解したところ、電解槽Ⅰの陰極側では銅イオンが還元され、陰極の質量が6.35 g増加した。

問1 通電した電流は何Aか。

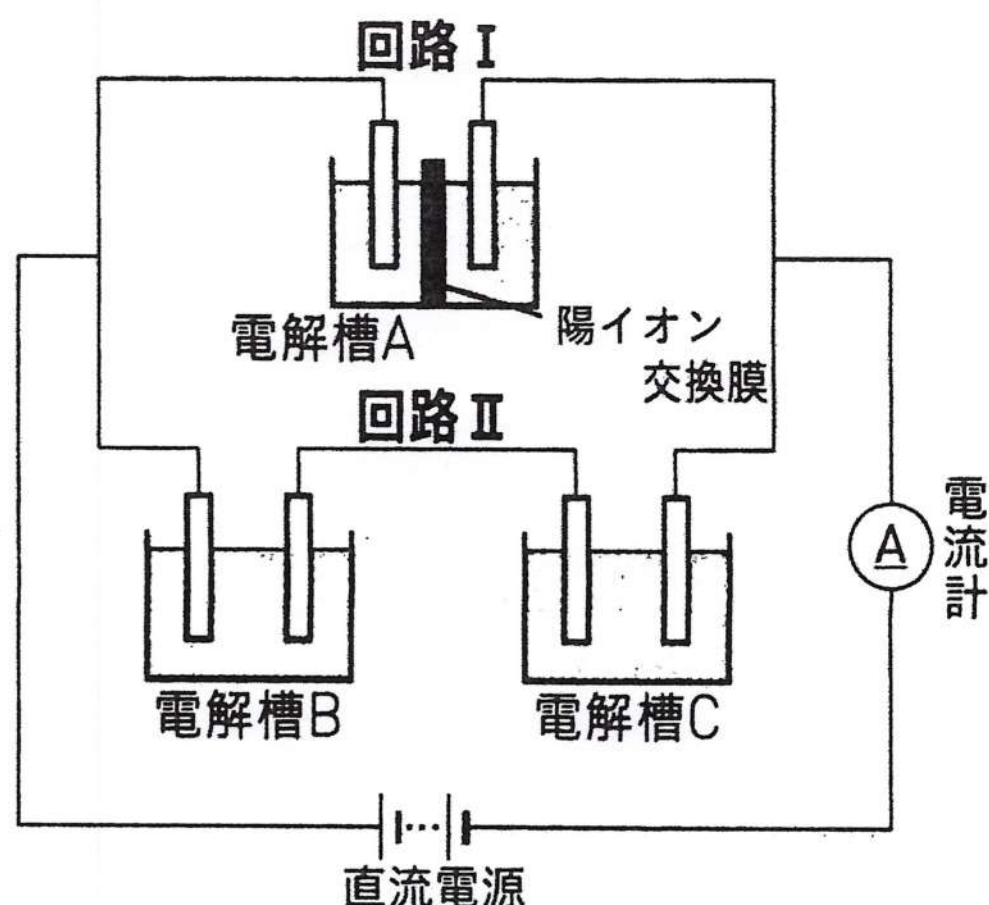
問2 電解槽Ⅱの陽極側の塩化ナトリウムの濃度は何mol/Lとなったか。

また、陰極側の水酸化ナトリウムの濃度は何mol/Lとなったか。

【並列の電気分解】

次の文章を読んで、以下の設問に答えよ。

白金板を電極とした電解槽 A, B, C を右図のように接続して、電気分解を行った。回路 I の電解槽 A には食塩水が入れてあり、陽極と陰極の間は陽イオン交換膜で分離してある。回路 II の電解槽 B には硝酸銀水溶液が、電解槽 C には希硫酸が入っている。電



流計が 5.00 A になるようにして 64 分 20 秒通電をしたところ、電解槽 B では、陰極の質量が 5.40 g 増加した。発生する気体は、水に溶解したり、副反応を起こしたりせず、理想気体として取り扱えるものとする。計算結果は有効数字 2 桁で示せ。ただし、必要なときには次の原子量の値および定数その他の値を用いよ。

原子量: $\text{Na}=23$, $\text{Ag}=108$, ファラデー定数: $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 標準状態 (0°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) における理想気体 1 mol の体積は 22.4 L

問 1 回路 I および回路 II に流れた電子の物質量は各何 mol か。

問 2 電解槽 A の陰極付近では NaOH が何 g 生成したか。

問 3 電解槽 C の陰極で発生する気体は何 L か。 20°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の条件で求めよ。

【熔融塩電解】

アルミニウムの電気分解による製錬では、ボーキサイトからつくった酸化アルミニウム Al_2O_3 (アルミナ) を、融解した氷晶石 Na_3AlF_6 に加えて約 1000°C で加熱溶融し、炭素電極を用いて電気分解を行う。このとき、陽極には主として一酸化炭素や二酸化炭素が生成し、陰極にはアルミニウムが析出する。 $1.8 \times 10^4 \text{ A}$ の電流を流して 1.0 kg のアルミニウムを製造するには、何分を要するか。必要があれば、次の値を用い、小数点以下を四捨五入して整数で答えよ。

アルミニウムの原子量：27，ファラデー定数： $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$