



43rd International Chemistry Olympiad

Preparatory Problems

問題 35 ヨウ素滴定法による鉄と銅の定量

Al, Ni または Cu などの主要成分金属に他の 1 種類か 2 種類の金属を高い割合で混ぜて母合金が作られる。母合金は半完成品として工業分野で用いられている。冶金工場において、母合金は、最終完成品において特定の化学的、電気的または機械的性質を得るための組成変更などの目的で、他の熔融金属に加えられる

この実験では、鉄イオンと銅イオンを含んだ母合金の試料液を 2 段階の滴定法で分析する。最初に、Fe(III)イオンの量を酸性溶液中でのピロリン酸塩の沈殿で決定し、次に Cu(II)の量を、チオ硫酸ナトリウム標準液を用いた間接ヨウ素滴定法で決定した溶液中のイオンの全量から計算する

(訳者注：この段落の説明は間違っていると思われる。実際の実験手順では、最初の実験でピロリン酸塩を用いた実験で Cu(II)の量を決定し、次の実験で Fe(III)と Cu(II)のトータル量を決定している。ただし、この文章の間違いによる実験への悪影響はない。)

試薬

- 試験液 0.10 M (合金が溶解された試料を模倣して Fe^{3+} と Cu^{2+} イオンをそれぞれ 4 - 6 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 含む)
- チオ硫酸ナトリウム標準液, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 0.050 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- ピロリン酸ナトリウム溶液, $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, 5.0% (w/v)
- 塩酸, $\text{HCl}(\text{aq})$, 4.5 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- ヨウ化カリウム溶液, KI, 10 % (w/v)
- デンプン溶液, 5.0% (w/v).
-

物質	Phase	R Phrase	S Phrase
HCl 溶液	4.5 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	23 25 34 38	26 36 37 39 45
KI 溶液	10% (w/v)	36 38 42 43 61	

装置とガラス器具

- ビュレット, 50 mL
- メスシリンダー, 50 mL
- 三角フラスコ, 250 mL (2)
- ピペット, 5 mL and 10 mL
- 時計皿(2)



43rd International Chemistry Olympiad

Preparatory Problems

A. 銅(II)イオンの定量

- 10.0 mL の試験液を 250 mL の三角フラスコに移し、50 mL の 水を加えて完全に混ぜよ。
- 同じフラスコに 20 mL の 5.0% (w/v) ピロリン酸溶液, 5.0 mL の $4.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl と 40 mL の 10% (w/v) KI 溶液を加えよ。ピロリン酸溶液を加えたときに沈殿を生じる可能性がある。
- フラスコに時計皿でフタをし、白色沈殿が生じるように暗所に 3-5 分間放置せよ。
- フラスコの内容物が淡黄色になるまで $0.020 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準液で滴定せよ。(訳者注: 0.020 は 0.050 の間違いと思われる。上記「試薬」欄には $0.050 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準液しか記載がない。)
- この段階で、5 mL のデンプン指示薬(5%w/v)を加え、溶液の色が紺青色から乳白色に変わるまで滴定せよ。
- 加えたチオ硫酸ナトリウム溶液の体積を記録せよ。

B. 銅(II)イオンと鉄(III)イオンの総量の決定

- 10.0 mL の試験液を 250 mL の三角フラスコに移し、50 mL の水を加えて完全に混ぜよ。
- 同じフラスコ中の溶液に 2 mL の $4.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl と 40 mL の 10% (w/v) KI 溶液を加え、完全に混ぜよ。
- フラスコに時計皿でフタをし、暗所に 3-5 分間放置せよ。少量の白色沈殿が観察される可能性がある。
- 溶液が淡黄色になるまで $0.050 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準液で滴定せよ。
- この段階で、5 mL の 5.0 % (w/v)デンプン指示薬を加え、溶液の色が紺青色から乳白色に変わるまで滴定せよ。
- 加えたチオ硫酸ナトリウム溶液の体積を記録せよ。

データ処理と問題

- 滴定過程の化学反応式を書け。
- なぜ溶液を酸性化するのか説明せよ。
- デンプンを滴定の終わり間際に加えるのはなぜか説明せよ。
- 試験薬中の Cu^{2+} と Fe^{3+} イオンのモル数を計算せよ。
- Cu^{2+} と Fe^{3+} イオンの質量比を計算せよ。