

實驗(二)

硫(VI)酸銅(II)溶液的酸度和氫氧化銅(II)的溶度積

學生工作紙

目的

1. 測定各種濃度的 CuSO_4 溶液的 pH 值。
2. 測定 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的溶度積 K_{sp} 。

背景資料

硫(VI)酸銅(II) (CuSO_4) 易溶於水，生成 Cu^{2+} 和 SO_4^{2-} 離子。另外，因 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 難溶於水，在 CuSO_4 溶液中的 Cu^{2+} 離子，可能會與水所電離出來的 OH^- 離子生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉澱。

在純水中， $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ 。要避免生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉澱，溶液中 Cu^{2+} 的最高濃度為

$$[\text{Cu}^{2+}] = K_{\text{sp}}/[\text{OH}^-]^2 = 1.0 \times 10^{14} \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \times K_{\text{sp}}$$

若 CuSO_4 溶液的濃度高於此數值，沉澱就立即發生。 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉澱會導致 $[\text{Cu}^{2+}]$ 和 $[\text{OH}^-]$ 減少，直至 Cu^{2+} 和 OH^- 重新達至平衡，此時


$$[\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = K_{\text{sp}}$$


由於沉澱用去 OH^- 離子而非 H^+ 離子，生成的 CuSO_4 溶液會呈酸性。不同濃度的 CuSO_4 溶液有不同的 pH 值。

在本實驗，我們將會測量一系列濃度由 0.01 M 至 0.2 M 的 CuSO_4 溶液的 pH 值。這些 CuSO_4 溶液的濃度均高於避免令 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉澱產生的 Cu^{2+} 離子的最高濃度，但肉眼卻未能觀察到在溶液中有沉澱生成。這現象說明因生成的沉澱太少，故不能用肉眼觀察到它的存在。因此，我們可以合理地假設 $[\text{Cu}^{2+}] \approx [\text{CuSO}_4]_0$ ，其中 $[\text{CuSO}_4]_0$ 是 CuSO_4 溶液的濃度。另一方面，從測量得的 pH 值，可以計算出 $[\text{OH}^-]$ 。由此便可計算得 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的溶度積。

$$K_{\text{sp}} = [\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

工作

 有關本實驗的照片可在以下網站取得 <http://www.chem.cuhk.edu.hk/ssc.htm>。

1. 用所供給的 CuSO_4 溶液，配製以下濃度的溶液：0.2M、0.1M、0.05M 和 0.01 M 的 CuSO_4 溶液。
2. 測量這些溶液的 pH 值。然後計算 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 在每種溶液的 K_{sp} 。將實驗結果與文獻上的數值作一比較。 

安全措施

當處理化學藥品時必須小心，不要讓皮膚沾上化學藥品。應按照老師的指導來處理化學廢物、破爛玻璃用品及剩餘的物料。

要獲取本實驗所用的化學藥品的安全資料，可查閱 << 物質安全數據手冊 (MSDS) >>。詳情請諮詢老師。



必須戴上安全眼鏡

所用的試劑和物料

0.2 M CuSO_4 溶液
pH 計

容量瓶
移液管

思考題

1. 證明以下假設成立： $[\text{Cu}^{2+}] \approx [\text{CuSO}_4]_0$ 。提示：先計算每種溶液中 $[\text{OH}^-]$ 因沉澱而減少的量，這減少量相等於 $[\text{H}^+] - [\text{OH}^-]$ ，由此便可計得 $[\text{Cu}^{2+}]$ 的減少量，再將此數值與 $[\text{CuSO}_4]_0$ 作一比較。
2. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉澱可視為是由 Cu^{2+} 離子與水分子發生水解反應而生成。寫出此反應的化學方程式。

參考書目

D. A. Skoog, D. M. West and F. J. Holler, *Fundamentals of Analytical Chemistry*, 5th Ed., Saunders College Publishing, New York, 1988, p. 376.