

2013 第八屆鍾靈化學創意競賽實驗題

考試說明：時間 180 分鐘(包括講解說明)，試題隨試卷交回

姓名：_____， _____， _____ 組別： _____

安全注意事項

- 化學實驗有一定的危險性，請遵從老師指示。
- 正確並小心使用儀器及藥品，以免發生傷害及意外。
- 必須全程穿實驗衣、戴安全眼鏡、戴手套。
- 酸、鹼具有腐蝕性，應避免與皮膚接觸而引起灼傷。

題目：鈷金屬錯合物的合成與鑑定

過渡金屬錯合物是化學的一個重要領域，從無機化學、有機化學、生物化學到材料化學都有重要的貢獻。例如：生物中的氧氣傳輸、光合作用、酵素作用，材料中的觸媒、半導體以及發光二極體。鈷金屬錯合物更有相當重要的特性及應用，諸如：青花瓷的釉料、鋰電池的電極材料、超強磁鐵、汽油加氫脫硫觸媒、有機合成催化劑、維生素B₁₂及鈷六十(⁶⁰Co)的放射性治療與生醫應用等。基於此，**本次實驗就是了解鈷金屬錯合物的特性，並進行某鈷金屬錯合物合成與其性質分析。**

自然界中最常見的是二價的鈷金屬鹽類，且二價鈷鹽在水溶液中相當穩定，所以常被選用為起始物，反之，三價鈷鹽在水溶液中是強氧化劑。但在較強配位子作用下，鈷離子會傾向形成非常穩定的多配位三價錯合物，反而相當不易被還原為二價。一般來說，當一個配位子的路易士鹼性較強，提供電子對能力較強時，就會發生取代反應，將原先較弱的配位子(如鹵素等)取代，形成更穩定的鈷金屬錯合物；換言之，鈷錯合物的整體結構與穩定性常取決於配位子的鹼性強弱。

本實驗是以氯化亞鈷為起始物，用氨作為配位子，估算莫耳比率，在催化劑作用下，控制反應條件，合成出穩定的鈷金屬錯合物沉澱。然後用適當pH值的水溶液將其溶解分離，取得產物溶液，再分析氯離子的含量。其策略是用過量試劑的沈澱法，再將餘留試劑用反滴定的方法，經過計算得出氯離子含量。根據這些數據，探討這個鈷錯合物的分子式、結構式、配位數及配位環境等。

一、實驗目的：

本次實驗是鈷金屬錯合物在水及氨水溶液中的反應，其目的是：(1) 學習合成鈷金屬配位化合物的技巧。(2) 了解金屬錯合物顏色變化所代表的意義。(3) 建立並了解錯合物的基礎鑑定方式。(4) 學習溶液的沈澱、過濾及滴定的技術。(5) 利用氯離子含量推導錯合物的結構。

二、實驗材料：(實驗前，檢查核對是否有遺漏或缺損，所有實驗材料不再補充。)

無水氯化亞鈷(CoCl_2 , 386.61 mg)、氯化銨水溶液($\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})}$, 0.5 M, 6 mL)、氨水溶液($\text{NH}_3_{(\text{aq})}$, 14.2 M, 1.05 mL)、硝酸銀水溶液($\text{AgNO}_3_{(\text{aq})}$, 0.1 M, 50 mL)、硫氰酸鉀水溶液($\text{KSCN}_{(\text{aq})}$, 0.02 M, 20 mL)、硝酸水溶液($\text{HNO}_3_{(\text{aq})}$, 0.8 M, 110 mL)、活性炭(300 mg)、蒸餾水(10 mL)、鐵離子指示劑(0.5 mL)。

燒杯(100 mL, 1個)、燒杯(500 mL, 1個)、滴定管(2支)、錐形瓶(125 mL, 3個)、錐形瓶(250 mL, 2個)、量筒(100 mL, 2個)、量筒(10 mL, 1個)、玻璃漏斗(5個)、滴管頭(3個)、玻璃滴管(4支)、藥杓(1支)、玻棒(2支)、錶玻璃(1個)、試料瓶(4 mL, 3個)、洗瓶(1個)、濾紙(90 mm, 7張)、鑷子(1支)、標籤紙(1大張)。

三、參考資料：

CoCl_2 ；分子量 128.87、易溶於水； AgNO_3 ；分子量 168.89； KSCN ；分子量 97.18；
活性炭：活性炭是疏水性的吸附劑，對非極性物質有選擇性吸附的特性。

四、實驗報告：(詳實記錄實驗內容，詳細實驗過程、觀察現象以及各種試劑用量)

1. 詳細設計實驗方法後，再進行實驗，寫出實驗計畫和原理。
2. 記錄反應過程的顏色變化，並取出各顏色階段的溶液1 mL，置入小試料瓶中，以備繳驗。推測各顏色溶液中所含錯合物的化學式，並推論其可能的結構。
3. 將反應過程中所有產生的沉澱，以濾紙過濾後，取少量固體置於錶玻璃上，以備繳驗。推測各沉澱物中所含錯合物的化學式，並推論其可能的結構。
4. 敘述並討論反應變化、反應步驟和其所依據的原理。
5. 寫出分析溶液中氯離子含量的詳細步驟，進行沈澱的試劑及用量，將餘留試劑加入滴定指示劑後，用硫氰酸鉀反滴定方法，選用的試劑及用量，計算出氯離子含量。討論氯離子含量的化學意義。
6. 寫出合成鈷錯合物的所有反應物、反應中間物及生成物的化學結構。