

2007 年第四屆全國高級中學化學科能力競賽

實驗決賽 題目卷(1)

定性分析實驗(30 分)

實驗(一)(15 分)：

有五個標誌為 1~5 的燒瓶，每個燒瓶各為一種硝酸鹽，然而可能為 $\text{Ag}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 這八種硝酸鹽的其中五種。已知這五種硝酸鹽溶液濃度為 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

請使用實驗所提供的試劑與上述五種溶液進行反應，且在答案卷填寫標誌 1~5 燒瓶中的金屬陽離子。並詳細記錄鑑定推論的流程與相關的反應方程式，並註明主要現象，否則不予計分。(在答案卷上，應該利用符號”↓”來表示一個沈澱的存在)，例如。 $\text{Mn}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{MnS} \downarrow$ (黑色)。

實驗(二)(15 分)：

有一澄清混合溶液，已知溶液中含有 Ba^{2+} 、 Co^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Fe^{3+} 四種金屬陽離子，其離子濃度分別為 0.01 、 0.05 、 0.01 、 $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

請使用實驗所提供的試劑，試著將此四種金屬陽離子分離，並在實驗桌上留下最後的沈澱物，並註出沉澱物名稱(沈澱物必須為可判斷的依據，如顏色的不同)。且在答案卷上詳細記錄分離流程與相關的反應方程式，並註明主要現象，否則不予計分(在試題紙上，應該利用符號”↓”來表示一個沈澱的存在)。

2007 年第四屆全國高級中學化學科能力競賽

實驗決賽 題目卷(2)

定量分析實驗

實驗(三)(60 分)：

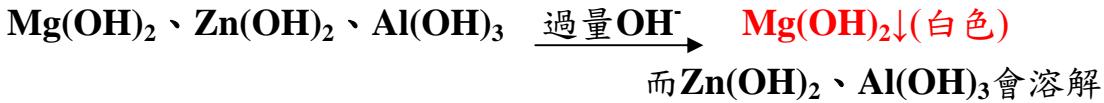
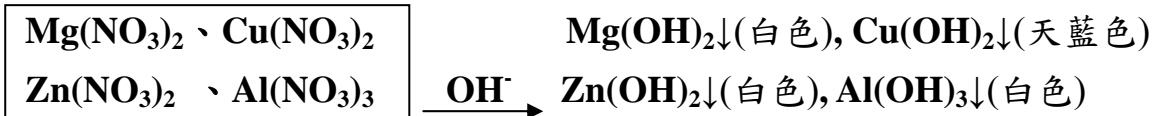
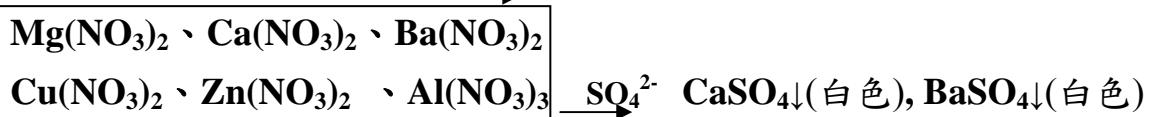
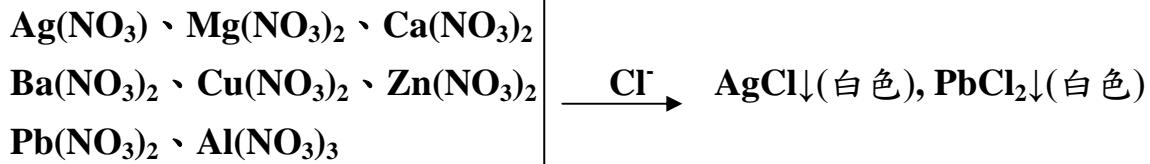
在高中化學競賽的當天，有一助教不小心將NaCl加入已經配好並含有 Ba^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 混合溶液中。

請使用實驗所提供的試劑，試著自行設計實驗，將此四種離子在溶液中的離子濃度 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 測定出來，並在試題紙上詳細記錄實驗的過程與相關的反應方程式，以及其離子濃度的計算方法，否則不予計分。

2007 年第四屆全國高級中學化學科能力競賽

實驗決賽 解析

定性分析(一)

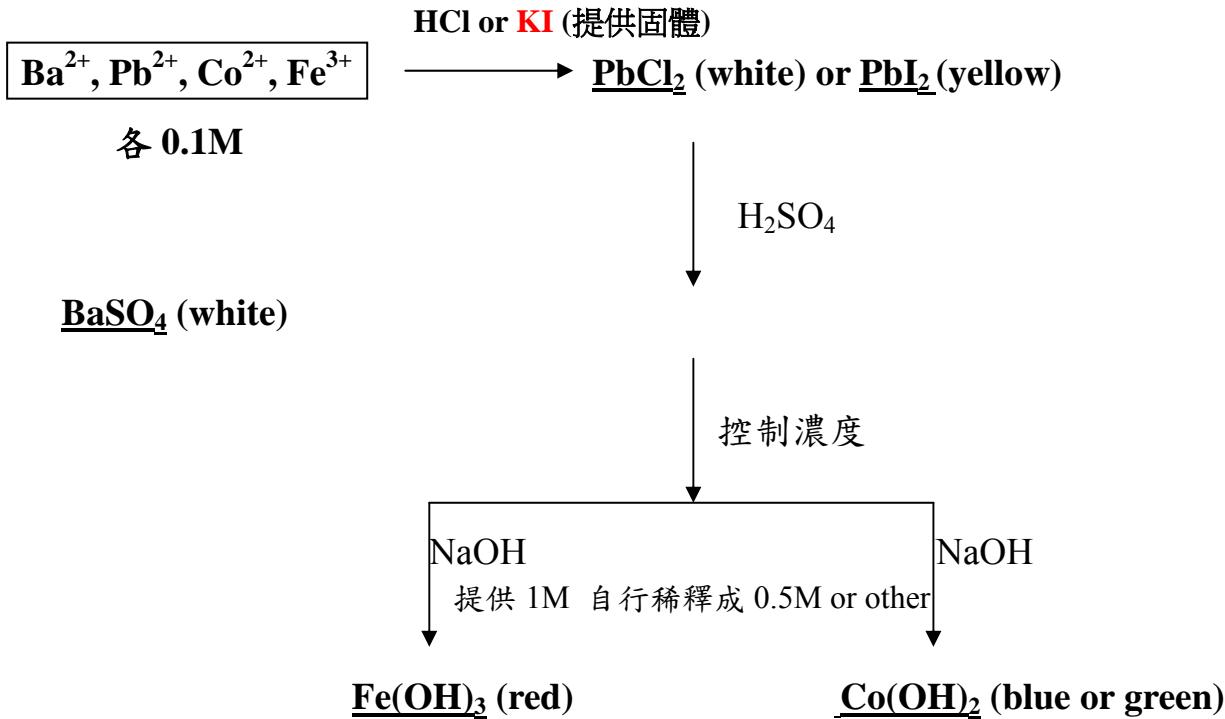


Ans : 1. Ba^{2+} , 2. Ag^+ , 3. Mg^{2+} , 4. Al^{3+} , 5. Zn^{2+}

2007 年第四屆全國高級中學化學科能力競賽

實驗決賽 解析

定性分析(二)



*或是加NaOH直到 Co(OH)_2 剛產生為滴定終點，可分離 Fe^{3+}

*過濾完 Fe(OH)_3 後，加入極少量 NaOH 即可產生藍綠色沉澱，過量 NaOH 或放置過久都可能會變棕色。

*提供 K_{sp} 表供實驗參考。

2007 年第四屆全國高級中學化學科能力競賽

實驗決賽 解析

定量分析 (三)

$$[\text{Fe}^{2+}] = 0.15\text{M}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = 0.1\text{M}$$

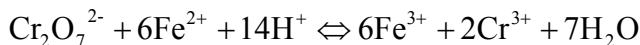
$$[\text{Ba}^{2+}] = 0.05\text{M}$$

$$[\text{Cl}^-] = 0.7\text{M}$$

(1) $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ 定量

$$[\text{Fe}^{2+}] \text{ 定量 } 0.15\text{M}$$

- 取 25 毫升混合溶液加入與 5 滴 DPS + H_3PO_4 指示劑
- 以重鉻酸鉀標準溶液滴定至溶液呈現紫紅色溶液 B，即終點到達。
- 所得數據計算 $[\text{Fe}^{2+}]_1$



$$[\text{Fe}^{3+}] \text{ 定量 - 總鐵量 } - [\text{Fe}^{2+}] = 0.1\text{M}$$

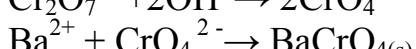
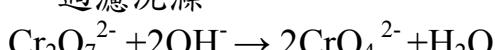
- 取 25 毫升混合溶液加入 TiCl_3 直到溶液黃色剛好消失為止
 $\text{Fe}^{3+} + \text{Ti}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Ti}^{4+}$
- 加入 5 滴 DPS + H_3PO_4 指示劑
- 以重鉻酸鉀標準溶液滴定至溶液呈現紫紅色溶液，即終點到達。
- 所得數據計算總體量 $[\text{Fe}^{2+}]_2$
- 求得 $[\text{Fe}^{3+}]$



(2) Ba^{2+} 定量 0.05M

$$[\text{Ba}^{2+}] \text{ 定量}$$

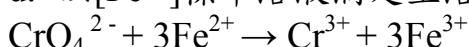
- 取 25 毫升混合溶液加入 0.1M K_2CrO_4 ，直到 BaCrO_4 完全沈澱，並過濾洗滌。



- 把上述沈澱物溶於 100ml 1M 的 HCl 中

- 加入 5 滴 DPS + H_3PO_4 指示劑，溶液呈現紫色

- 以 $[\text{Fe}^{2+}]$ 標準溶液滴定至溶液呈現綠色溶液，即終點到達



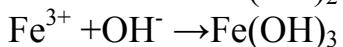
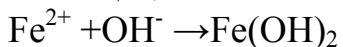
e. 所得數據計算總體量 $[Cr_2O_7^{2-}]$

f. 間接求得 $[Ba^{2+}]$

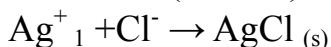
(3) Cl^- 定量 0.7M

$[Cl^-]$ 定量

a. 取 25 毫升混合溶液加入 1M NaOH 沈澱分離 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ，收集其濾液，並稀釋至 100ml，稱濾液 A。

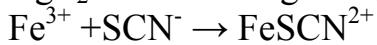
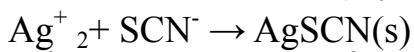


b. 上述濾液取 25 毫升加入過量的 $AgNO_3$ ，並將 $AgCl$ 沈澱過濾，收集其濾液(濾液 B)。



c. 加入 5 滴 1M $Fe(NO_3)_3$ 指示劑於濾液 B 中

d. 以 $[KSCN]$ 標準溶液反滴定過量的 Ag^+ 至溶液呈現暗紅色，即終點到達。因為溶液含有 Fe^{3+} ，過量的 SCN^- 會與 Fe^{3+} 產生 $FeSCN^{2+}$ 紅色錯合物可指示終點的到達。



$$[Ag^+]_1 - [Ag^+]_2 = [Cl^-]$$

e. 所得數據計算 $[Cl^-]$

*提供週期表供實驗參考。