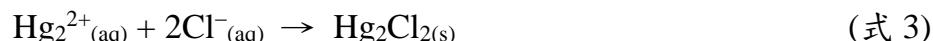


第一族陽離子

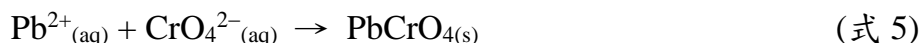
目的 學習第一族陽離子具有之共同性質及分析方法。

原理 Pb^{2+} 、 Hg_2^{2+} 及 Ag^+ 之氯化物均不溶於冷水中，可在溶液中加入 HCl 使之形成沉澱析出：



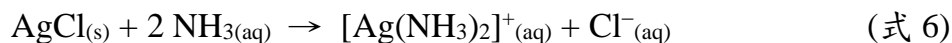
要特別注意的是，所加的鹽酸必須足夠使沉澱反應完全即可，但亦不可加入過量，否則氯化銀沉澱會溶解，生成 $[\text{AgCl}_2]^{-}$ 錯合離子。

其中氯化鉛可藉加熱氯化物的水溶液而與另兩種氯化物分離出來，氯化鉛溶於熱水中，且一旦溶解，立刻解離成 Pb^{2+} ，我們可在溶液中加入 K_2CrO_4 以確定其存在。鉛離子可與鉻酸離子形成黃色沉澱。



黃色

氯化銀與氯化亞汞(或氯化汞(I))的混合沉澱可以氨水處理加以分離，氯化銀溶於氨水形成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{+}$ 錯合離子。



同時氨水也會與氯化亞汞作用，但是亞汞離子經由自身的氧化還原反應，生成黑色液態的金屬汞和白色的氯化氨汞(HgNH_2Cl)沉澱。

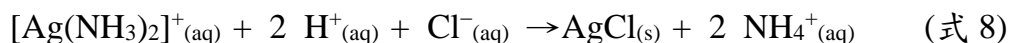
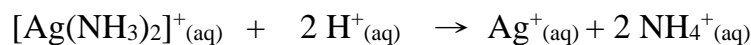


白色

黑色

白色

當反應進行時，我們可觀察到沉澱物的顏色改變，從白色變成黑色或灰色。 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{+}$ 錯合離子則需進一步測試以確定銀離子的存在。藉加入硝酸以酸化溶液，使錯合離子破壞，銀離子復與氯離子重新結合，生成白色的氯化銀沉澱。



白色

器材 離心機，試管，離心管，試管架，燒杯，量筒，滴管，玻棒，水浴鍋，
錶玻璃

藥品 0.1 M AgNO₃，0.2 M Pb(NO₃)₂，0.1 M Hg₂(NO₃)₂，6 M HCl，6 M CH₃COOH
1 M K₂CrO₄，6 M NH₄OH，6 M HNO₃，未知溶液

實驗步驟

*預備工作 取等體積的 0.1 M AgNO₃，0.2 M Pb(NO₃)₂ 和 0.1 M Hg₂(NO₃)₂
充分混合(已配製)，此為第一族陽離子的混合溶液。

1. 第一族陽離子之沉澱

於乾淨的離心管中加入 0.5 mL (約 10 滴) 第一族陽離子的混合溶液，
再加入 2 滴 6 M HCl，攪拌均勻後，離心，再加 1 滴 HCl 於溶液中，如澄
清液有白色混濁生成，再離心，重複此步驟，直至加入 HCl 後溶液不再有
混濁出現為止，離心，倒棄離心液。

2. Pb²⁺之分離

將步驟 1 所得之沉澱物，以 1 mL 蒸餾水洗滌，攪拌，離心，並倒棄洗
液；再加 1 mL 蒸餾水於沉澱物，於沸水浴中加熱至沸騰(至少 1 分鐘)，
並時常攪拌，趁熱取出，立刻離心，迅速將離心液置入另一試管中，留待
步驟 3 分析，保留沉澱物至步驟 4 使用。

3. Pb²⁺之確定

將步驟 2 所得之離心液，加入 1 滴 6 M CH₃COOH 和 3~4 滴 1 M
K₂CrO₄，若有黃色 PbCrO₄ 沉澱形成，即證明有 Pb²⁺，若黃色沉澱不明顯，
可離心確認之。

4. Hg₂²⁺之分離與確定

將步驟 2 所得之沉澱物，加入 5 滴 6 M NH₄OH 並充分攪拌，離心。保
留離心液至步驟 5 使用，如沉澱物呈黑色或灰色，即證明 Hg₂²⁺ 存在。

5. Ag⁺之確定

將步驟 4 所得之離心液，加入 6~7 滴 6 M HNO₃ 酸化，攪拌均勻，若

有白色 AgCl 沉澱形成，即為 Ag^+ 之確認。

6. 未知溶液的分析 (不做)

取 0.5 mL 未知溶液，記下編號，重複以上步驟，分析未知溶液所含的離子。

7. 實驗結束，將確定結果的試管依序排好，經檢查完後，將廢液倒入廢液桶。

8. 裝未知液的樣品瓶，請確實刷洗乾淨(包括瓶蓋)並以蒸餾水漱洗後，交予助教。

第一族陽離子

實驗報告

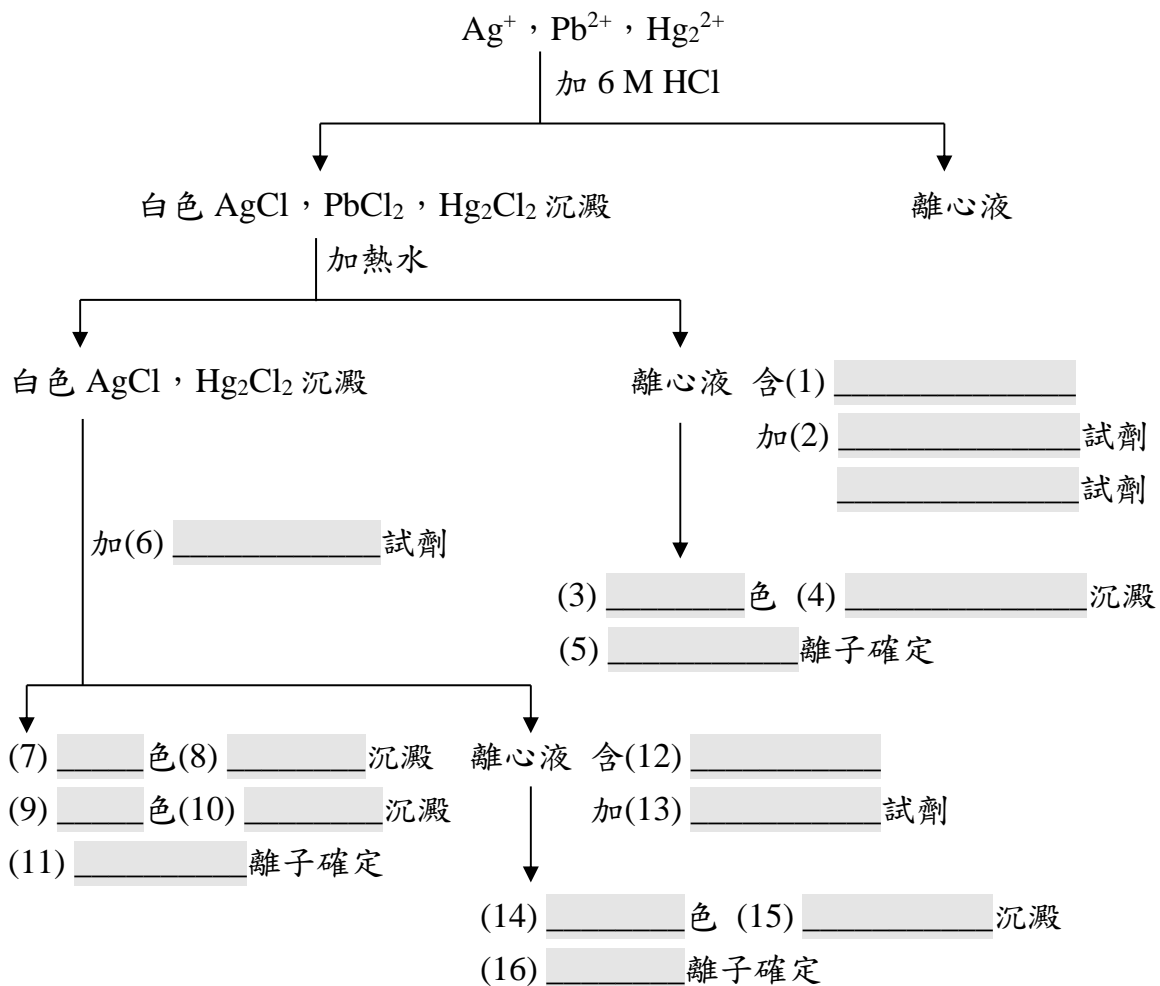
組別: _____ 組員簽名: _____

結果 (網底的空格為觀察或記錄之數據)

觀察和記錄

A. 完成第一族陽離子分析流程圖(flow diagram)。

(用彩色筆，在此分析流程圖上，畫出未知溶液的分析路徑。)



B. 未知溶液編號 _____ (若沒做，則不必填寫)

未知溶液含 _____ 離子

問題

1. 寫出下列各反應的淨離子平衡方程式

a. 在步驟 1 中，生成 Hg_2^{2+} 的氯化物沉澱。

b. 在步驟 2 中，白色沉澱溶解。

c. 在步驟 3 中，生成黃色沉澱。

d. 在步驟 4 中， AgCl 沉澱所進行的化學反應。

e. 在步驟 5 中，形成 AgCl 沉澱所進行的化學反應。

2. 未知溶液可能含 Ag^+ 、 Pb^{2+} 和 Hg_2^{2+} 離子。當加入 6 M HCl ，則白色沉澱生成。此沉澱不溶於熱水中，當加入 6 M NH_4OH 則轉變成黑色。試問此未知溶液含有何種離子？不含何種離子？何種離子依然未被確定？敘述你的理由。

離子	答案	理由
確定存在的離子		
確定不存在的離子		
不確定的離子		

3.當鹽酸沉澱第一族陽離子時，為什麼不能加太過量？

4.根據下列表格上的資料，計算各種常用濃(conc.)酸和濃鹼的濃度(M)

藥品名稱	分子式	分子量 (g/mol)	含量 (%)	密度 (g/mL)	濃度 (M)
濃硫酸	H ₂ SO ₄	98	95%	1.857	
濃鹽酸	HCl	36.3	35%	1.245	
濃硝酸	HNO ₃	63	70%	1.44	
冰醋酸	H ₃ CCOOH	60	99.7%	1.053	
濃氨水	NH _{3(aq)} 或 NH ₄ OH	17	28%	0.911	

5.試利用溶解度積常數，說明氯化鉛比氯化亞汞或氯化銀更易溶解。

$$\text{PbCl}_2 \text{ 的 } K_{\text{sp}} (25^\circ\text{C}) = 1.70 \times 10^{-5}$$

$$\text{AgCl} \text{ 的 } K_{\text{sp}} (25^\circ\text{C}) = 1.82 \times 10^{-10}$$

$$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 \text{ 的 } K_{\text{sp}} (25^\circ\text{C}) = 1.20 \times 10^{-18}$$

討論紀錄 (可另外使用報告紙書寫)