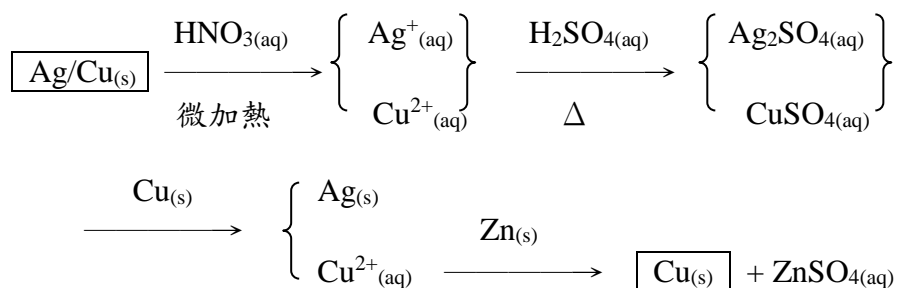


補充教材(二) 利用化學變化提取純物質

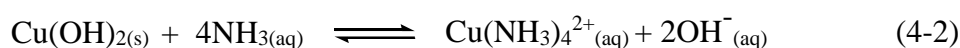
一、目的：利用化學反應分離銀和銅，並測定銀與銅離子的一般性質。

二、原理：

由混合物中分離純物質，為化學上重要的工作之一。一般分離的方法主要是利用物質特有的性質而將其分開。如混合物中各物質具有不同溶解度時，可以用溶解和再結晶的方法分離，例如：從海水中分離氯化鈉 (NaCl)；或當混合物中各物質之沸點不同時，可用蒸餾法分離，例如：乙醚和甲苯的混合物可用蒸餾法分離；另外，也可經由化學變化把混合物中某成分變成另一種不同性質之物質後，再加以分離，例如：本實驗銀與銅混合物之分離，即利用此原理，其反應過程歸納如下：



在本實驗中將進行銀、銅與鋅離子的定性分析。由於銀離子和氯離子反應生成白色的氯化銀沉澱，因此可用以檢定溶液中是否有銀離子。而銅離子和少量氨水反應，先生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的淺藍色膠狀沉澱，當氨水加過量時，即形成錯離子 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ ，使溶液呈深藍色，可用以檢定溶液中銅離子的存在。鋅離子和少量氨水反應，先生成 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 白色沈澱，當氨水加過量時，形成 $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 錯離子而溶解。



三、儀器與材料：

| | |
|----------------|-----|
| 燒杯 (100 mL) | 玻棒 |
| 量筒 (10、100 mL) | 蒸發皿 |
| 洗瓶 | 試管 |
| 電磁加熱攪拌器 | 漏斗 |
| 紅色石蕊試紙 | 砂紙 |
| 濾紙 | |

四、藥品

| | |
|--|--|
| 銅銀粉混合物 | 銅線 |
| 鋅粉 | 6 M 鹽酸 (HCl) |
| 0.1 M 硝酸銅 (Cu(NO ₃) ₂) | 6 M 硝酸 (HNO ₃) |
| 0.1 M 硝酸銀 (AgNO ₃) | 6 M 硫酸 (H ₂ SO ₄) |
| 0.1 M 硝酸鋅 (Zn(NO ₃) ₂) | 6 M 氨水 (NH _{3(aq)}) |

五、實驗步驟：

(一) 銅銀粉混合物之分離

1. 稱量一乾淨且乾燥的 100 mL 燒杯，記錄其精確重量。
2. 將所發給之銅銀粉混合物倒入於燒杯中，稱重並記錄其精確重量。
3. 在排煙櫃內，將 15 mL 之 6 M HNO_{3(aq)} 加入燒杯中，攪拌且微加熱，使銅、銀粉與硝酸充分反應並全部溶解。

註 1：反應產生 NO_{2(g)}，故此操作必在排煙櫃中進行。若無排煙櫃，可倒置一漏斗蓋在燒杯上，以廣用鐵夾固定好，用橡皮管連於水流式減壓抽氣裝置，以去除酸煙。

註 2：銀粉溶解的速度較慢，可微微加熱，以促進反應。

4. 銅、銀粉完全溶解後，加入 16 mL 之 6 M H₂SO_{4(aq)}，並加熱以趕

除過量之 HNO_3 ，待冒出濃白煙後，再繼續加熱約 5 分鐘，停止加熱。

註：務必在排煙櫃中進行。溶液內可能有白色 $\text{Ag}_2\text{SO}_{4(s)}$ 產生。

5. 待燒杯中溶液略微冷卻後，慢慢加入約 50 mL 蒸餾水，如仍有白色沉澱，則以加熱及玻棒攪拌使沉澱溶解。

6. 取長約 25 cm 的銅線，用砂紙磨光，捲繞成直徑約 3 cm 的鬆線圈，留下部分作為把手，掛在燒杯的邊緣（銅圈儘量浸在溶液中），反應約 30 分鐘。

註 1：反應完全須約 1.5 小時。

註 2：反應時，搖脫銅圈上的結晶，以加速銅線置換銀粉的反應。

7. 搖脫上述銅圈上的結晶，取出銅圈，等燒杯中的固體沉降後，以傾析法小心將溶液倒在另一乾淨燒杯中，分為固體（含 $\text{Ag}_{(s)}$ ）與溶液（主要含 Cu^{2+} ）二部份。

註：傾析與沉澱清洗法，請參考附錄三。

8. 固體部份先用 5 mL 之 6 M $\text{NH}_{3(aq)}$ 清洗，以溶去殘留的 Cu^{2+} ，然後再將上層溶液傾出，改以 10 mL 的蒸餾水清洗沉澱，如此反覆以氨水、蒸餾水洗滌 2~3 次，至溶液不再呈現 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 之深藍色為止。

註 1：加入氨水之清洗操作，請於排風櫃內進行。

註 2：清洗沉澱時應使用玻棒將大顆粒固體打散，以充分洗淨。傾出之溶液倒入廢液收集桶。

9. 稱量、記錄一乾燥蒸發皿的精確重量。

註：稱重前蒸發皿應先洗淨置於烘箱中烘乾，取出冷卻後才可稱重。

10. 將所有的沉澱（ $\text{Ag}_{(s)}$ ）轉移到蒸發皿中，置入烘箱中烘至完全乾燥，然後冷卻、稱重。重覆此步驟至重量不變為止，記錄其精確重量。

11. 取少量產物銀置於試管中，加 1 mL 6 M $\text{HNO}_{3(aq)}$ ，以水浴加熱至固體全部溶解後，再加過量 6 M $\text{NH}_{3(aq)}$ ，充分混合至溶液呈鹼性（可以玻棒沾取少量溶液以石蕊試紙檢測），以檢驗銀中是否含有銅離子的雜

質。

12. 步驟 7 中分離所得之溶液部份，加入約 2 g 的鋅粉，攪拌以促進 Zn/Cu^{2+} 之反應完全。 ※ 試問：如何確定反應已完全？
13. 將固體部份以 5 mL 6 M $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ 洗滌，傾出溶液，改以蒸餾水清洗，如此反覆清洗 2~3 次，至加 $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ 清洗時不再有氣泡產生。
14. 以重力過濾法過濾收集產物銅。
註：重力過濾法請參考附錄二。
15. 將產物銀、銅與檢驗結果一起交給助教檢查。
16. 反應所用剩的銅線回收。廢液含有重金屬，應倒入廢液回收桶中回收處理。

(二) 銀、銅與鋅離子的定性分析

17. 取 3 支試管，各加約 1 mL 的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 溶液。取 2 mL 之 6 M $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ ，逐滴加於 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2_{(\text{aq})}$ 中，每加一滴均需混合均勻，記錄顏色變化及是否有沉澱反應。另於 AgNO_3 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中也各滴加 2 mL 之 6 M $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ 記錄變化。
18. 另取 3 支試管，重覆步驟 17，但改滴加 6 M $\text{NH}_3_{(\text{aq})}$ 到金屬鹽溶液中。

姓名 _____ 系別 _____ 組別 _____

學號 _____ 日期 _____

補充教材(二) 利用化學變化提取純物質

一、實驗數據與結果 (詳列算式)

(一) 銅銀粉混合物之分離

1. 燒杯重 _____
2. 燒杯與銅銀粉混合物重 _____
3. 銅銀粉混合物重 _____
4. 蒸發皿重 _____
5. 蒸發皿加純銀重 _____
6. 產物銀重 _____
7. 銀在混合物中之百分比 _____

(二) 銀、銅與鋅離子的定性分析

1. 詳細記錄 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 離子與 HCl 或 NH_3 反應的變化情形，如：
產生沉澱或沉澱溶解、溶液的顏色變化等。

| 金屬 離子 | 溶液 顏色 | 滴加 6M $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ | | | | | |
|------------------|----------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 滴 | 2 滴 | 3 滴 | 4 滴 | 5 滴 | 2ml |
| Ag^+ | | | | | | | |
| Cu^{2+} | | | | | | | |
| Zn^{2+} | | | | | | | |

| 金屬 離子 | 溶液 顏色 | 滴加 6M NH _{3(aq)} | | | | | |
|------------------|----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 滴 | 2 滴 | 3 滴 | 4 滴 | 5 滴 | 2ml |
| Ag ⁺ | | | | | | | |
| Cu ²⁺ | | | | | | | |
| Zn ²⁺ | | | | | | | |

2. 針對所觀察到的變化，寫下其可能發生的化學反應式。

二、問題與討論

1. 在實驗步驟 6 中，以銅線置換銀粉時，如何確定反應已經完全？

2. 實驗步驟 13 中，為何須以 $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ 清洗固體部分，至不再有氣泡產生？此氣泡是何物？試寫出其反應式。

3. 下列哪些金屬不可被 $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ 溶解？(請參考普化課本並且依照還原電位判斷) Au、Cu、Ag、Ni、Mg、Fe。