

實驗二 鋁的回收

一、目的

回收廢鋁罐，再製成明礬結晶；並學習電子天平的使用法。



圖 2-1 使用電子天平



圖 2-2 鋁片前處理



圖 2-3 重力過濾



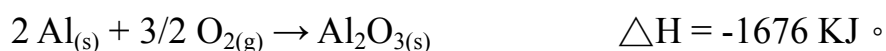
圖 2-4 明礬結晶

二、原理

A. 鋁的性質及用途

鋁為銀白色金屬，質輕而堅，富延展性，為電和熱的良導體，其導電度僅次於銀、銅位居第三。在自然界的存量佔所有元素存量的第三位，無游離物產生，主要形成鐵礬土而廣存於地殼中，為煉鋁的主要原料。

鋁在乾空氣中不易氧化，但空氣濕潤時表面會生成一層緻密的氧化鋁薄膜，可保護內部不再繼續氧化。

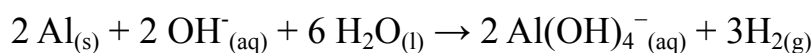


鋁既可以溶於酸中，產生氫氣， $2 \text{Al}_{(s)} + 6 \text{H}^+_{(aq)} \rightarrow 2 \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3 \text{H}_{2(g)}$ ，又可和鹼作用放出氫氣， $2 \text{Al}_{(s)} + 2 \text{OH}^-_{(aq)} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 [\text{Al}(\text{OH})_4]^-_{(aq)} + 3 \text{H}_{2(g)}$ ，因此稱為兩性物質(amphoteric substance)。

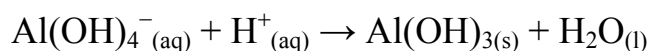
鋁雖不似鋼鐵般堅硬，但因其質輕不易生鏽，且為電和熱的良導體，故常用於製造航空器材的材料；家庭中的日常用具及鋁箔包裝等。

B. 回收鋁罐製明礬

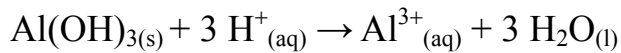
本實驗中將回收的鋁罐以砂紙磨除外部的漆及內面塑膠膜和氧化鋁薄膜。利用強鹼氫氧化鉀(potassium hydroxide)和鋁(aluminum)作用，產生四氫氧化鋁錯離子 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ (tetrahydroxoaluminate(III) ion)和氫氣，反應式為：



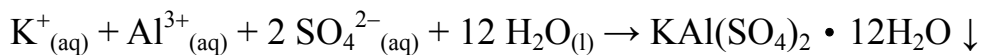
當氫氣(hydrogen gas, H_2)不再產生時，加入硫酸(sulfuric acid, $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$)溶液，產生氫氧化鋁(aluminum hydroxide, $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$)的沉澱，反應式為：



繼續加入足量的硫酸則沉澱溶解形成鋁離子(aluminum ion, Al^{3+})水溶液，反應式為：



此水溶液中含有鉀離子、硫酸根離子(sulfate ion, SO_4^{2-})和鋁離子的混合物，將此水溶液冰浴或以緩慢結晶方式，即可得明礬(alum, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$)。



C. 計算產率

假設鋁罐的鋁材為純鋁，則製成明礬後可得明礬的理論產量(theoretical yield)如下式：

$$\text{明礬理論產量(克)} = \frac{W_{(\text{鋁片重})}}{27.0 \text{克/莫耳鋁}} \times \frac{1 \text{莫耳明礬}}{1 \text{莫耳鋁}} \times \frac{474.3 \text{克}}{1 \text{莫耳明礬}}$$

$$\text{產率(\%)} = \frac{\text{明礬結晶物重量(克)}}{\text{明礬理論產量(克)}} \times 100\%$$

D. 明礬(alum, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$)

明礬是透明無色的八面體結晶，受熱時先溶解於其自身所含的結晶水中，繼續加熱，則失去水分而成白色粉末，稱為枯礬(burnt alum)，明礬的用途為淨水以及染料的媒染劑、或造紙、製皮草等。

三、藥品(藥品皆已配製，直接取藥即可)

1. 4 M 氫氧化鉀(Potassium hydroxide, $\text{KOH}_{(\text{aq})}$): 22 克溶於少量水，稀釋至 100 mL 體積量瓶標線，取 15 mL。
2. 9 M 硫酸(Sulfuric acid, $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$): 50 mL 濃硫酸加入水中稀釋至 100 mL 體積量瓶標線，取 8 mL。

四、器材

A. 抽屜拿出：

1. 燒杯：50 mL \times 2
2. 玻璃漏斗
3. 玻棒

B. 助教發配，實驗後歸還：

1. 剪刀

C. 其他器材：

1. 空鋁罐
2. 電子天平
3. 活性碳口罩
4. 水砂紙
5. 濾紙
6. 鋁箔紙

五、步驟

1. 裁剪鋁罐片約 3 cm × 3 cm。
2. 實驗桌上墊條抹布，以水砂紙磨除鋁罐片外部的漆及內部的塑膠膜和氧化層。(仔細有耐性的磨！)
3. 用剪刀將鋁罐片剪成碎片(越細小待會反應越快)，以秤量紙精秤 0.3 克，記錄至 0.0001 g，放入 50 mL 燒杯中。
4. 以量筒取 4 M KOH_(aq) 15 mL，戴上口罩，將 KOH_(aq) 倒入裝有碎鋁片的燒杯中，開始反應。(注意！會產生嗆鼻的 H_{2(g)})。
5. 以玻棒攪拌，持續反應至氫氣不再產生(約半小時)。
6. 重力過濾裝置：
 - (1) 取一張濾紙對折兩次後，撕去一邊的邊角，攤開鋪於玻璃漏斗內。
 - (2) 將漏斗以鐵環鐵架支撐，置於 50 mL 的燒杯上。
 - (3) 用去離子水濕潤濾紙，排除空氣，使緊貼於漏斗壁。
7. 過濾後取得濾液。
8. 以量筒取 9 M H₂SO_{4(aq)} 8 mL，慢慢倒入濾液中，此時產生白色沉澱。
9. 微微加熱約五分鐘且攪拌之，使變成澄清透明溶液。
10. 待燒杯冷卻後，放入冰水浴中，觀察並記錄晶形及大小。
11. 取出裝有結晶物的燒杯，以抹布拭乾，置於加熱板上加熱使結晶溶解，並加熱使水分蒸發，溶液保留原來的四分之三。
12. 蓋上鋁箔紙，將燒杯置於個人器材抽屜中，勿擾動，以養出較大且透明的結晶。

<以下步驟下週進行>

13. 架設好重力過濾裝置。
14. 觀察結晶並記錄晶形及大小。
15. 以重力過濾過濾結晶。
16. 取另一張乾燥的濾紙秤重，記錄重量至 0.0001 g。
17. 將晶體以鑷子或刮勺移到乾燥的濾紙上。
18. 將濾紙連同結晶物秤重，至 0.0001 g，扣除濾紙重即為結晶物重，計算理論產量與產率。

六、數據與結果：

鋁碎片重	_____ 克
加入 4 M KOH _(aq) 之變化情形	
加入 9 M H ₂ SO _{4(aq)} 之變化情形	
濾紙重	_____ 克
濾紙 + 鋁明礬總重	_____ 克
鋁明礬重	_____ 克
理論產量	(算式) = _____ = _____ 克
產率%	(算式) = _____ = _____ %

七、問題與討論：

1.

(a) 何謂兩性物質 (amphoteric substance) ?

(b) 以方程式說明氫氧化鋁 ($\text{Al}(\text{OH})_3$) 為一兩性物質。

(c) 敘述氫氧化鋁的應用。

2.

(a) 快速冰水浴結晶與靜置慢慢養晶，晶體有何不同？

(b) 慢速養晶時，如何能得到單一較大的結晶？

(c) 室溫下慢速養晶，如果無法成功，該如何處理？

3.

(a) 加入氫氧化鉀後，所產生的氣體為何？吸到此氣體的感覺？

(b) 此氣體的性質及功用？

4. 本實驗產率低於 100%的可能原因為何？

八、實驗心得與討論：

誤差討論：

心得：