



國立中正大學

*National Chung Cheng University*



積極創新 修德澤人



114-2

實驗七、從廢鋁罐製備明礬

115.05.17~115.05.23 (預估時間：2小時)

# 一、目的

- 回收廢棄鋁罐，經取代反應製成明礬，並利用再結晶法加以純化。



## 二、原理

1. 過量的鹼與鋁片反應，反應式下：



2. 再加入酸時



3. 若繼續加酸時，則  $\text{Al}(\text{OH})_3$  變成  $\text{Al}^{3+}$  溶解於酸中



4. 若將鹼加入  $\text{Al}(\text{OH})_3$  中，則產生可溶解的  $\text{Al}(\text{OH})_4^{-}$



- 像  $\text{Al(OH)}_3$  這類既能與鹼反應又能與酸反應的物質，稱為**兩性物質 (amphoteric substances)**，其它如： $\text{Sb(OH)}_3$ 、 $\text{Sn(OH)}_2$ 、 $\text{Sn(OH)}_4$ 、 $\text{Pb(OH)}_2$ 、 $\text{Cr(OH)}_3$ 、 $\text{Zn(OH)}_2$ 、 $\text{Ga(OH)}_3$  及  $\text{Ti(OH)}_4$  等均為兩性化合物。

# (一)、合成鋁明礬

1. 明礬通式為  $M^I M^{III} (SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ，是離子化合物，能從含硫酸根、三價陽離子（如： $Al^{3+}$ 、 $Cr^{3+}$ 、 $Fe^{3+}$ ）和一價陽離子（如： $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $NH_4^+$ ）過飽和溶液中結晶出來，結晶層中含有 12 個水分子。
2. 本實驗使用的鹼是 KOH，酸則是硫酸，因此  $M^I = K^+$ ， $M^{III} = Al^{3+}$ 。當條件合適時（最重要的是形成過飽和溶液），可形成白色的明礬結晶（硫酸鋁鉀 aluminum potassium sulfate， $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ）。

## (一)、合成鋁明礬

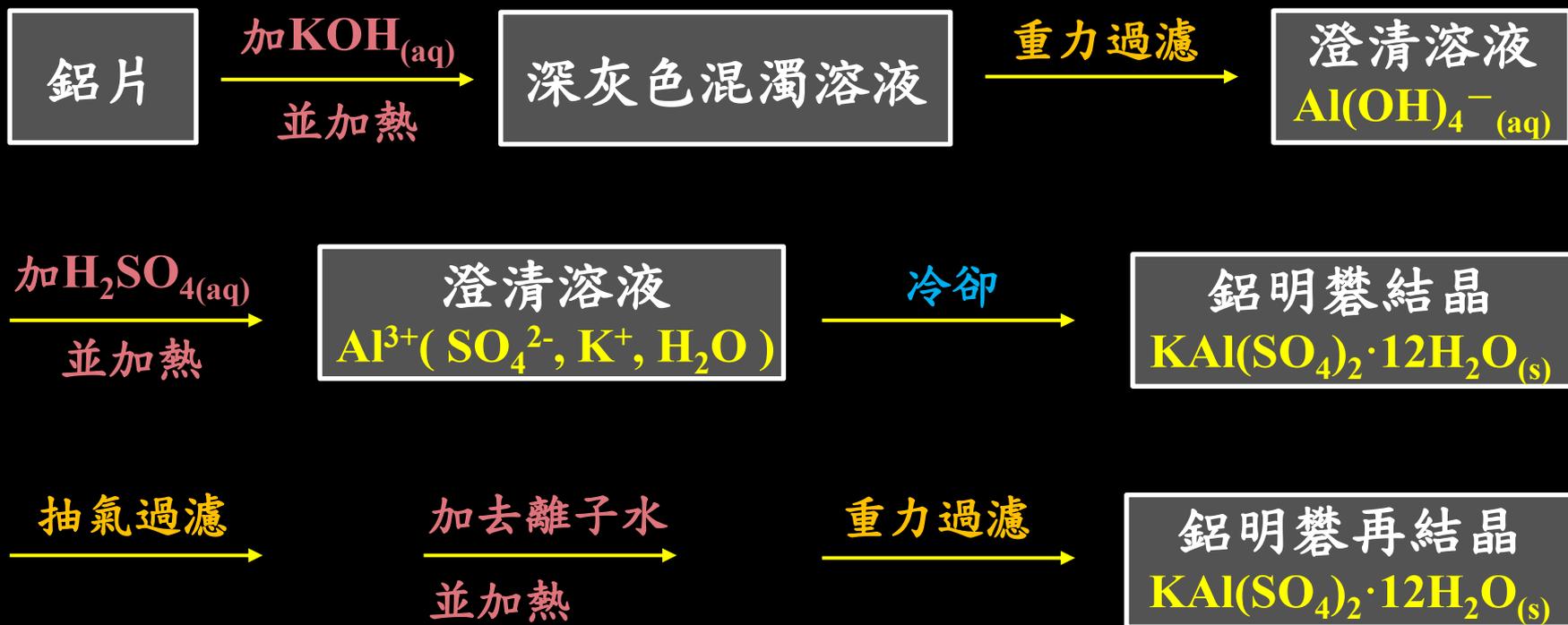
3. 明礬主要用於水質淨化、染色、造紙及食品添加劑.....等用途。

4. 鋁明礬結晶析出的平衡方程式：



# (一)、合成鋁明礬

5. 實驗的流程如下:



## (二)、再結晶分離純化及養晶技術

1. 由於不同物質在相同條件下的溶解度不同，所以可利用此特性將物質分離、純化，稱為**晶析法 (crystallization)**。
2. 最常用的結晶分離技術有兩種：
  - 1) 改變溫度降低溶質溶解度，使溶液達過飽和而將溶質晶析出來。
  - 2) 在溶液中加入另一種溶質不溶的溶劑，降低溶質在混合溶劑中的溶解度而晶析出來。
3. 在本實驗中利用鋁明礬其在熱水中的溶解度較冷水中大的特性，使用熱水為溶劑，以再結晶技術純化並養成單晶，其能回收純鋁明礬並觀察其結構。

# 三、儀器與材料

## 儀器

各組器材櫃

助教提供

電磁加熱攪拌器

水流式抽氣機

玻棒

抽氣過濾瓶

100 mL 量筒

布氏瓷漏斗

100 mL 燒杯 (2個)

濾紙、磨砂紙

漏斗 (1個)

樣品瓶、標籤紙

鋁製易開罐

## 藥品

9.0 M  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$  \*\*\*

1.4 M  $\text{KOH}(\text{aq})$  \*\*

$\text{EtOH}^*/\text{H}_2\text{O}$  (2 : 1, v/v) 混合液

\* : 具有腐蝕性 \* : 具有毒性 \* : 具有脫水性

## 四、實驗步驟

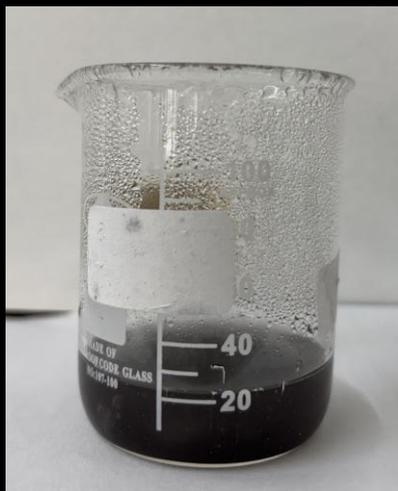
1. 請自備一個鋁質易開罐 (非鐵罐)。
2. 剪下約 5 cm × 5 cm 大小的鋁片一塊，以砂紙將內外表面均磨光並剪成小碎片。(於實驗課前先完成)

註：確實磨光，以避免鋁罐上的漆加熱產生惡臭

3. 取 0.500 g 步驟 2 所剪下的鋁片。
4. 將鋁片置於 100 mL 燒杯內，加入 25.0 mL 之 1.4 M  $\text{KOH}_{(aq)}$ ，在排煙櫃中使用電磁加熱攪拌器略微加熱 (70°C)，以促進反應。

註：由於鋁片和  $\text{KOH}_{(aq)}$  反應後會放出氫氣 (氫氣與空氣混合後易爆)，因此務必在排煙櫃中進行，且切忌與火源接近。

5. 反應過程中，觀察鋁片在溶液中有上下浮沉的現象。當氫氣不再冒出即表示反應完全。
6. 以重力過濾法過濾此熱溶液至100 mL 乾淨的燒杯中。再利用滴管吸取去離子水約 5 mL，潤洗燒杯並將清洗液倒入漏斗中過濾。



過濾前



過濾後

圖一、溶液過濾前後對照圖

7. 將燒杯置於冰浴中，並以滴管緩慢滴加 12.00 mL 9 M  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ 。

註：加酸過程會放熱，要小心。

8. 硫酸加完後，仍有白色的  $\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{s})}$  沉澱存在，置於電磁加熱攪拌器上加熱溶解之。若仍有其它固體不溶性雜質存在，則趁熱使用**重力過濾法**除去之，不可使用抽氣過濾法。

註：最後溶液的總體積應維持在約 15 mL 以內，以免溶液未達飽和，鋁明礬無法晶析。



加硫酸前



加硫酸後

圖二、溶液加入硫酸前後對照圖 13

9. 將步驟 8 之澄清溶液 (此時溶液中含有  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ ) 放冷至室溫，若無結晶生成可用玻棒輕刮器壁，誘導結晶產生；再以冰水浴冷卻，使明礬結晶完全。
10. 利用抽氣過濾法收集產物，並用玻棒將產物壓碎鋪平後以約 12 mL 之酒精與去離子水 (2:1, v/v) 混合溶液，分次潤洗燒杯及清洗漏斗內的產物，持續抽氣 10 分鐘使產物乾燥，稱其精確重量。



圖三、溶液冰浴後

經抽氣過濾後



圖四、鋁明礬結晶產物

11. 將步驟10所得到的結晶產物倒入至 100 mL 燒杯中，接著加入 25.0 mL 去離子水，加熱攪拌至沸騰使全部固體溶解。  
註: 溶液不可過度加熱，總溶液體積應屆於20~25 mL，以免濃度過高析出大量小結晶或濃度過稀而無法形成過飽和溶液。
12. **趁熱以重力過濾**除去雜質並收集濾液於一個乾淨的樣品瓶中，溶液靜置放冷且不擾動之，靜置長晶一到二週。  
註: 找助教領取標籤紙與 25 mL 樣品瓶，並於標籤紙上寫系所與實驗組別，將樣品瓶交給助教。

13. 將再結晶晶體取出，觀察其形狀、顏色及大小，並交給助教評分，如圖五。



圖五、鋁明礬再結晶晶體（約兩個月）

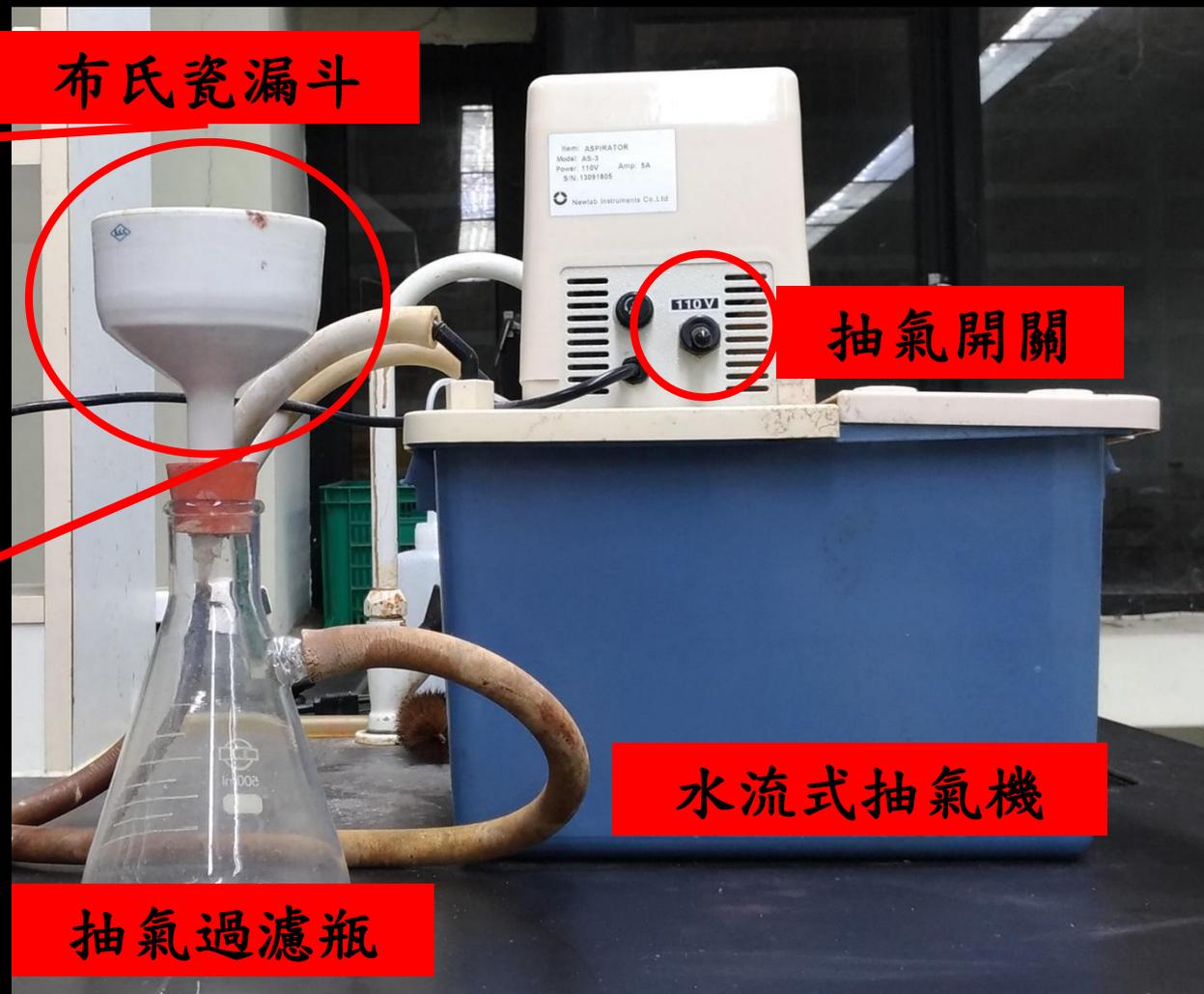
布氏瓷漏斗



抽氣開關

水流式抽氣機

抽氣過濾瓶



圖六、抽氣過濾裝置圖

# 五、注意事項

1. 鋁片和  $\text{KOH}_{(\text{aq})}$  反應後會放出氫氣 (氫氣與空氣混合後易爆)，因此務必在排煙櫃中進行。
2. 鋁片請確實磨光，以避免鋁罐上的漆於加熱產生惡臭。
3. 本實驗會使用到  $9.0 \text{ M H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  與  $1.4 \text{ M KOH}_{(\text{aq})}$ ，兩者藥品具有**毒性**及**腐蝕性**，因此於操作過程中需格外小心，而產生的廢液請統一倒入廢液桶，不可倒入至水槽中。
4. 實驗之固體廢棄物請統一倒入助教準備燒杯，再由助教集中處理。

# 五、注意事項

5. 實驗進行中，務必要穿著實驗衣，並戴護目鏡、手套和口罩。
6. 本實驗中所有藥品皆具毒性及一定的危險性，因此在操作本實驗時請謹守實驗室安全規範及助教指示，以確保安全。
7. 所有藥品及實驗器具皆不能帶出實驗室。

# 六、實驗數據

1. 鋁片重量：
2. 所得鋁明礬重：
3. 再結晶之鋁明礬重量：
4. 附上再結晶之照片

# 七、問題與討論

1. 本實驗中，當我們把含有 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 的澄清溶液靜置冷卻到室溫後，沒有結晶的產生，但是用玻棒輕刮器壁，就可誘導結晶產生，為什麼？

2. (a) 本實驗在操作鋁明礬結晶乾燥時，為何使用抽氣過濾法，而不選用重力過濾或烘箱加熱的方式？(b) 當進行過濾步驟時經常會根據不同的需求而選用不同的過濾方式，請分別說明本實驗中，抽氣過濾和重力過濾兩者的使用目的。

3. 本實驗為何在冰浴中讓明礬結晶析出，若改成室溫下的環境也會使結晶析出嗎？另外，為何選用酒精及水的混和溶液清洗晶體？如果只用水進行清洗會有什麼不一樣的結果？

4. 在再結晶純化步驟中，為何需要將溶液靜置且避免震動？  
若頻繁移動樣品瓶，對最終晶體會產生何種影響？

# 國立中正大學化學暨生物化學系

教材製作：施律倫 助教

教材編修：王瑞綺 助教

指導老師：于淑君 教授

製作日期：115.02.09