

# 專題研究題目 酸溶易開罐再利用產製硫酸鋁凝劑之可行性研究

專題學生：戴榮德、鄒秉儒、許欽揚、莊景宇、李佳旂、陳竣逢、張智欽



## 一、摘要

此專題以瓶杯試驗測試自行提煉之硫酸鋁與市售硫酸鋁兩者之個別去除效果比較，結果顯示自行提煉之硫酸鋁，相較於市售硫酸鋁，使用更少的加藥量，即可達到與其相當的效果兩者皆有混凝沉澱效果，發現我們自己提煉的硫酸鋁效果比市售硫酸鋁沉澱效果更佳，以廢鋁罐自製硫酸鋁凝劑為一可行之再利用方案，可有效回收資源，廢鋁罐之最大價值。

關鍵詞：鋁製易開罐、再利用、硫酸鋁

## 二、前言

### 1-1 研究動機

隨著自動販賣機的增多及其方便的功能，鋁製易開罐的出現也越來越平凡，在這之中又以鋁製易開罐佔大部分，鋁製易開罐是用鋁為底，在表面塗上自家品牌的LOGO，是一種非常方便的行銷手法，大賣場、超市、超商、市場、學校甚至於小吃部或雜貨店都有它的出現可以說是隨處可見的物品。

因國人購買鋁製易開罐的次數逐漸增加，而且鋁罐是用後即丟的消耗品，因此廢鋁罐丟棄量也越來越多，又因台灣每年鋁罐製造量及進口量總數多達12億支，所以廢棄量更是可觀。為了在利用易開罐上的鋁塗料，因此做本實驗。此專題用自動販賣機可輕易買到的鋁罐進行回收再利用之實驗，希望可以找出最佳溶解條件，以此再利用廢鋁罐，使廢鋁罐多出一種回收再利用之方法。

此專題的目的是使用廢鋁料製造凝劑，可用於工廠廢水之重金屬去除及淨化水質或當作殺菌劑，特殊水體的處理，例：含鉛、銻等重金屬和含F汙水等，凝劑就是在水處理過程中可將水中的膠體微粒子相互黏結和聚集在一起的物質。

### 1-2 研究目的

此專題目的是利用廢鋁罐製造純度較高之硫酸鋁，此研究使用市售鋁製易開罐，希望找出能以較低成本製成高純度硫酸鋁的方法，以解決現在廢鋁罐太多的問題，目的如下：

1. 產生硫酸鋁結晶
2. 把鋁片浸於氫氧化鉀中，使鋁溶出，回收後製造出硫酸鋁
3. 利用瓶杯實驗比較市售硫酸鋁的效果

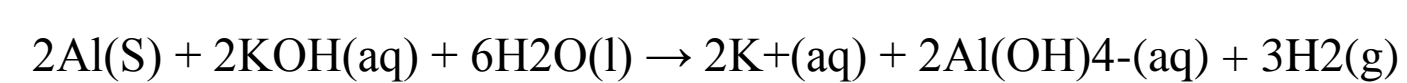
## 三、研究方法

### 2-1 方法概要

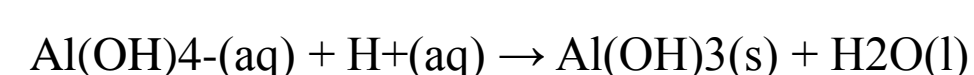
利用氫氧化鉀溶解鋁製易開罐表面的氧化鋁保護層，並使其與鋁溶於溶劑中形成有鉀、鋁、氫氧根離子的溶液，再使用硫酸與溶液反應製造出高濃度硫酸鋁，在與市售硫酸鋁進行瓶杯實驗並且比較效果。

### 2-2 原理-----合成明礬

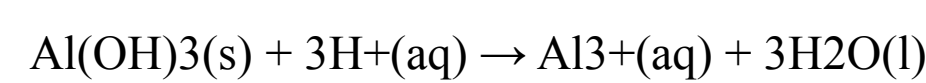
鋁是活潑的金屬，但是與稀酸反應很慢，因鋁表面緻密的氧化鋁會形成保護層；而鹼性容易可以溶解此氧化層，再進一步與鋁反應。鋁片與過量鹼反應形成可溶性的 $Al(OH)_4^-$ ：



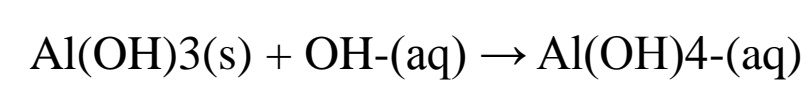
當加入酸時，可移去一個 $OH^-$ ，產生白色膠狀 $Al(OH)_3(s)$ 沉澱：



繼續加酸， $Al(OH)_3$ 變成 $Al^{3+}$ 溶解於酸中：

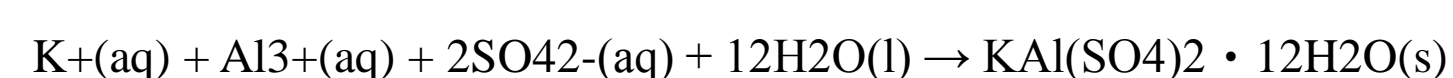


若將鹼加入 $Al(OH)_3$ 中，則產生可溶性的 $Al(OH)_4^-$ ：



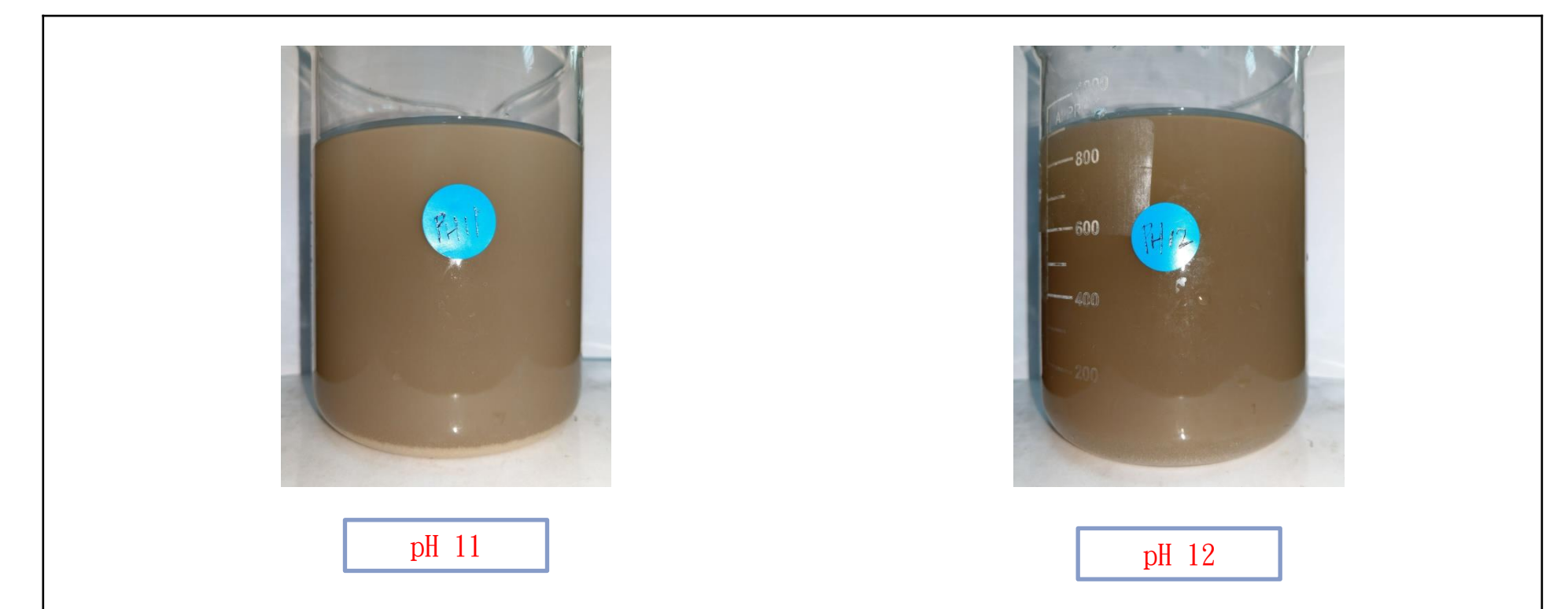
像 $Al(OH)_3$ 這類既能當鹼又能當酸的物質，稱為兩性物質 (amphoteric substance)。Sb(OH)<sub>3</sub>、Sn(OH)<sub>2</sub>、Sn(OH)<sub>4</sub>、Pb(OH)<sub>2</sub>、Cr(OH)<sub>3</sub>、Zn(OH)<sub>2</sub>、Ga(OH)<sub>3</sub>及Ti(OH)<sub>4</sub>等均為兩性化合物。

明礬(Alum)，通式為 $M_2M_3(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ，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： $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $NH_4^+$ )的過飽和溶液中結晶出來，在適當條件下並可長成相當大的晶體。結晶層中含有12個水分子，其中6個三價陽離子緊密結合，其餘6個與硫酸根及一價陽離子居若結合。明礬沉澱的平衡方程式如下：



## 四、實驗步驟

步驟	圖示
1. 先將鋁罐剪成細小片狀態並秤得1g放入燒杯中。	
2. 配置氫氧化鉀3.93g並定容到50ml試劑水中。	
3. 將鋁片加入氫氧化鉀溶液並加熱攪拌。 註：接下來都在抽氣櫃並戴上手套進行實驗。	
4. 加熱到不再有氣體冒出即反應完畢。	
5. 把反應完的溶液用過濾抽氣裝置過濾雜質並收集濾液。	
6. 將20ml 9M硫酸加入濾液中即可得到過飽和硫酸鋁溶液。	
7. 煮到沸騰後停止加熱，靜置冷卻至室溫，待結晶析出，若無結晶產生則使用玻璃棒輕輕刮杯壁誘導結晶產生。	
8. 利用過濾抽氣裝置分離晶體跟溶液，再利用比重計將溶液濃度配置成相當於市售7.5%硫酸鋁。	
9. 做瓶杯實驗比較兩者最佳硫酸鋁添加量的差異並記錄結果。 第一杯為原水，之後為各種硫酸鋁添加量(ml)。	
10. 以上圖顯示，最佳加藥量為4ml。之後挑選出最佳加藥量後，在測試不同pH值下的沉澱量	



## 五、結論

1. 我們將易開鋁罐裁切出 1g 細碎鋁片，提煉出30ml的飽和硫酸鋁溶液，裡面有析出少許結晶。
2. 我們將提煉出來的硫酸鋁溶液，配製成相當於市售7.5%之硫酸鋁溶液。
3. 利用瓶杯實驗測試後，發現在常溫下加入4ml的硫酸鋁溶液，相較於其他添加量，能產生更佳的效果。
4. 經過瓶杯實驗的比較發現我們自己配置的硫酸鋁有更好的沉澱效果。
5. 實驗數據如下：

配置廢水		
配製公升量	4公升	
原始 pH 值	10.3	
配方	1.87g 碳酸鈉	1.35g 高嶺土
條件		
最佳加藥量	4 ml	
最佳 pH	10	
當下水溫	22°C	

## 六、未來展望

透過這項實驗已得知目前可將廢棄鋁罐回收提煉成鉀明礬，使鋁的成本因回收的關係使得製程成本下降，未來調配最佳比例可接近於市售的鉀明礬即可在製藥上得到另一種的方式，也能將鋁罐垃圾減少。

## 七、實驗討論與解決方法

在實驗過程中過濾之雜質成分還無法得知，在鋁罐上顏料的處理方法還為尋找到最佳處理方法，在顏料去除後回收上面也缺乏更多探討項目，在職場上因加熱過濾以及顏料回收上成本將大幅增加，須尋找其他更加良好的鋁罐回收再利用的方法去更有效的利用這些垃圾。

## 八、參考文獻

- 由廢鋁罐製作明礬：  
[https://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/demonstration/preparation\\_of\\_alum.pdf](https://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/demonstration/preparation_of_alum.pdf)  
硫酸鋁-維基百科  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%A1%AB%E9%85%B8%E9%93%9D>  
明礬 (alum)-國立臺灣師範大學化學系葉名倉教授責任編輯  
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=2950>