

作品名稱：使用常見有機酸回收鋰離子電池

科別：化學科

作者：高二愛班 黃詠佳

指導老師：張北辰老師

## 壹、研究動機

鋰離子電池為目前市面上科技最先進的電池，亦是目前各類科技產品之電力系統最廣泛採用的電池種類，因此，本研究設定以回收鋰離子電池的金屬原料為研究方向。鋰離子電池中具有回收價值的金屬不是只有鋰金屬而已，還包括錳、鈷、鎳等金屬，其中又以鋰鈷氧化物作為陰極材料的鋰離子電池回收應用最為廣泛。本次研究中實驗使用微波萃取法，利用新鮮檸檬汁、檸檬酸和工研醋三種日常生活中常見的有機酸作為萃取劑，對鋰離子電池廢棄物中的鋰、鈷、錳金屬進行萃取。

## 貳、研究目的

- 一、討論使用不同有機酸對微波萃取廢棄鋰離子電池中金屬所產生的差別。
- 二、討論固液比、微波功率及反應時間對微波萃取廢棄鋰離子電池中金屬所產生的影響。
- 三、找出一條不同於傳統工業回收廢棄鋰離子電池金屬的新技術。
- 四、為回收再利用地球有限的金屬礦產資源，達成永續發展。

## 參、實驗設備及器材

感應耦合電漿原子發射光譜儀（ICP）、熱燈絲式電子顯微鏡、離心機、電子天秤、酸鹼值（pH）檢測計、針筒過濾器、燒杯、微量吸管、電子微波爐、溫度計、攪拌子、針筒、容量瓶、刮杓、離心管、小瓶子、慢磨機、電磁攪拌器、鋰離子電池廢棄物、萃取劑（新鮮檸檬汁、檸檬酸、工研醋）。

## 肆、實驗過程及方法

- 一、製作出檸檬汁、檸檬酸及工研醋三種萃取劑。
- 二、在燒杯中加入 20ml 的萃取劑中和 0.1g 或 0.2g 的鋰離子電池廢棄物，使兩者以萃取劑作為分母而廢棄鋰離子電池做分子配置成 5g/l 或 10g/l 的比例混合。
- 三、將混合了鋰離子電池廢棄物和萃取劑的溶液放入微波爐，進行微波萃取。
- 四、微波萃取結束後，將燒杯拿出，使用溫度計測量微波萃取完的溶液溫度。
- 五、將溶液倒入容量瓶，加入蒸餾水使因為微波而水蒸發的溶液總容積變回 20ml。
- 六、將溶液倒入離心管，並放入離心機中，使溶液中廢棄物沉澱。
- 七、使用酸鹼值檢測器量溶液的 pH。
- 八、用蒸餾水將溶液稀釋成體積百分濃度為 0.1%，10ml 的溶液。
- 九、用 13mm 的針筒過濾器過濾稀釋後的溶液。
- 十、使用感應耦合電漿原子發射光譜儀（ICP）分析溶液中的金屬含量。

## 伍、研究結果

下表為本次實驗的結果，溫度是在微波萃取完時測量，pH 值亦是反應後液體的酸鹼值，樣本中的金屬濃度則是使用感應耦合電漿原子發射光譜儀（ICP）分析得出。

表一：實驗結果

樣品	溫度 ° C	pH 值	樣品中的濃度 (mg/l)		
			Li	Co	Mn
檸檬汁		2.36			
檸檬汁, 10g/l, P2, 1min	49	2.48	92.2847	278.0874	115.5271
檸檬汁, 10g/l, P2, 2min	52	2.57	108.2342	420.0985	172.9371
檸檬汁, 10g/l, P2, 5min	60	2.60	113.6292	519.7184	303.7315
檸檬汁, 10g/l, P3, 2min	69	2.62	97.0249	514.9499	205.5109
檸檬汁, 10g/l, P4, 2min	68	2.68	100.3915	502.0654	232.0465
檸檬汁, 5g/l, P2, 2min	50	2.55	47.4484	231.7483	91.6709
工研醋		2.66			
工研醋, 10g/l, P2, 1min	45	3.03	58.5092	78.7488	69.8276
工研醋, 10g/l, P2, 2min	75	3.07	65.5473	90.2375	84.0304
工研醋, 10g/l, P2, 5min	79	3.20	67.5725	102.8855	102.0838
檸檬酸		1.62			
檸檬酸, 10g/l, P2, 2min	72	1.87	94.6054	515.7429	140.4481

## 陸、討論

以檸檬汁作為萃取劑，當微波萃取時間增加，萃取效率隨之增加。其中檸檬汁對鋰金屬的回收效率在前兩分鐘為最佳，當時間增加到五分鐘，錳金屬的萃取效率變為最佳。以檸檬汁作為萃取劑，當微波的功率增加，對鋰金屬的萃取效率會降低；對鈷金屬雖有增加的趨勢，但仍在 P4 時有些降低；對錳金屬則是有明顯增加的情況。以檸檬汁作為萃取劑，當固液比增加，對錳金屬和鈷金屬的萃取效率都有明顯的增加；而對鋰金屬則是減少。以工研醋作為萃取劑，當微波萃取時間增加，對三種金屬的萃取皆增加，其中雖然對鋰金屬的萃取效果最佳，但錳金屬的回收效率隨時間增加的趨勢最為明顯。在三種萃取劑中檸檬汁對鋰金屬和錳金屬的萃取效果最佳；檸檬酸對鈷金屬的萃取效果最佳。提高微波功率、微波時間及固液比，普遍對萃取金屬的效率會增加。

## 柒、結論

經由這次的科展研究，成功利用有機酸從鋰離子電池的廢棄物中萃取出鋰、鈷和錳金屬。本次研究小規模的獲得了成功，找出一條不同於傳統工業的新方法，對於綠色環保技術、回收廢棄鋰離子電池金屬提供了一個嶄新的技術，照著這個方向繼續研究，未來能成功發展的可行性極高。微波萃取法具有時間短、節省能源、節省試劑、回收率高等優點，只需短短幾分鐘萃取量就能達到傳統加熱幾小時甚至幾十小時的萃取量，可達成節能減碳、愛護地球的功效。鋰離子電池廢棄物中金屬的萃取效果與微波功率、微波時間、固液比極萃取劑都有著極大的關係，希望可找出更好金屬回收的條件，使得到的鋰、鈷、錳金屬回收純度提高，以此做為未來繼續研究的方向。