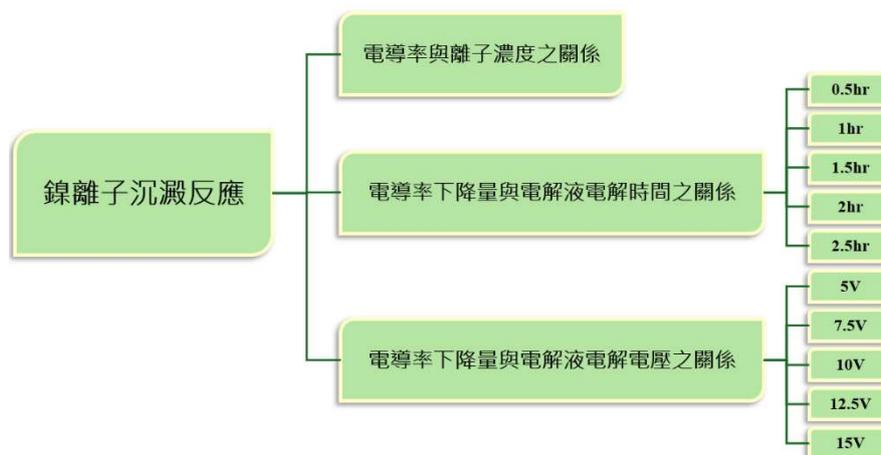


2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：重金屬沉澱處理—在食物鏈中層層傳遞的夢魘
一、摘要 <p>根據《水污染防治措施計畫及許可審查管理辦法》，目前總量管制污染物包括銅、鋅、鎳、鎘、總鉻及六價鉻這 6 項重金屬。本實驗參考化學沉澱法，取鎳離子為例，透過電解隨手可得之食鹽水，並取負極電解液為鹼液，加入鎳金屬離子溶液中以使其中之金屬離子沉澱，從而降低溶液中之重金屬離子濃度，並通過檢驗前後電導率之差值判斷其去除飽和鎳離子溶液中重金屬離子之效果。</p> <p>經本實驗得出兩項結論：1. 固定電解食鹽水之電壓為 10 伏特，電解時間分別以 0.5 小時、1 小時、1.5 小時、2 小時、2.5 小時之中，以電解 2.5 小時之食鹽水之陰極電解液去除飽和鎳離子溶液中重金屬離子之效果最好。2. 固定電解食鹽水之時間為 30 分鐘，電解時間分別以：5V、7.5V、10V、12.5V、15V 之中，以電解電壓為 15 伏特之食鹽水之陰極電解液去除飽和鎳離子溶液中重金屬離子之效果最好。</p>
二、探究題目與動機 <p>在 2013 年發生的日月光廢水污染是最近發生在台灣的重大重金屬污染事件，這引起了我們對重金屬汙染排放的注意。</p> <p>綠色和平組織表示:海洋重金屬污染物主要經由人為活動流入海中，來源很多，包括燃煤、燃油、發電廠、鋼鐵廠等排放的重金屬污染物，重金屬進入生物體後，不易被排出或分解，通常會經由食物鏈逐漸累積，對動物或人體造成危害。根據環保署表示，當重金屬排放至水體中時，經由農田長期引灌而累積在土壤裡，久而久之，經由農作物吸收後，人類因食用而累積在人體，將對國民健康造成傷害。為探討最有效極易取得材料之方法，我們利用電解隨手可得之食鹽水當電解液，處理重金屬離子溶液，使重金屬離子沉澱，不污染水質。</p>
三、探究目的與假設
一、研究目的 <p>以不同的鹼液滴入鎳離子溶液中，探討溶液電導率下降量。</p>
二、假設 <ol style="list-style-type: none">1.電導率與離子濃度成正比。2.固定電解電壓下，電解食鹽水之時間越長，金屬離子沉澱量越多。3.固定電解時間下，電解食鹽水之電壓越大，金屬離子沉澱量越多。
四、探究方法與驗證步驟
一、實驗器材及藥品 <p>電導率儀、H 型電解管、鉑電極、濾紙、秤量紙、燒杯、量筒、滴管、電源供應器、含水硫酸鎳、食鹽、純水</p>

二、 實驗架構



三、 實驗步驟

預實驗：

1. 配製 0 M、0.5M、1.0M、1.5M、2.0M、2.5M 的 NaCl 溶液。
2. 將各杯溶液裝入試管中並以電導率儀測其電導率。

實驗：

1. 用 H 形管電解 NaCl(aq) 90ml 取得負極電解液，並以電導率儀測其電導率。
($2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2 \text{NaOH}$)
2. 取 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 配製成飽和溶液，並以電導率儀測其電導率。
3. 將 1.5ml 溶液滴入 10ml 的負極電解液中。
4. 將混合溶液經由濾紙過濾取出澄清液。
5. 取各杯混合液之澄清液以電導率儀測其電導率。

四、 實驗變因

1. 預實驗

變因：

- 控制變因：
 - ◆ 實驗溫度：室溫 25°C
 - ◆ 測量儀器：電導率儀 (與桌面夾 90°測量)
- 操縱變因：
 - ◆ 食鹽水濃度(0 M、0.5M、1.0M、1.5M、2.0M、2.5M)
- 應變變因：
 - ◆ 不同濃度食鹽水所測得之電導率 $\sigma(\text{mS/cm})$

實驗目的：

- 證明電導率與可溶鹽溶液的體積莫耳濃度成正比，以利下列實驗推算鎳離子濃度下降量之大小。

2. 實驗一

變因：

- 控制變因：
 - ◆ 實驗溫度：室溫 25°C
 - ◆ 測量儀器：電導率儀 (與桌面夾 90°測量)
 - ◆ 電解電壓：10V
 - ◆ 電解飽和食鹽水體積：90ml
 - ◆ 重金屬溶液：飽和硫酸鎳水溶液 $\text{NiSO}_{4(\text{aq})}$
- 操縱變因：
 - ◆ 電解時間：0.5 小時、1 小時、1.5 小時、2 小時、2.5 小時
- 應變變因：
 - ◆ 不同電解時間所測得之電導率下降量 $\Delta\sigma(\text{mS/cm})$

實驗目的：

- 尋找電解電壓相同時，電解時間對處理鎳離子最有效者。

3. 實驗二

變因：

- 控制變因：
 - ◆ 實驗溫度：室溫 25°C
 - ◆ 測量儀器：電導率儀 (與桌面夾 90°測量)
 - ◆ 電解飽和食鹽水體積：90ml
 - ◆ 重金屬溶液：飽和硫酸鎳水溶液 $\text{NiSO}_{4(\text{aq})}$
 - ◆ 電解時間：30 分鐘
- 操縱變因：
 - ◆ 電解電壓：5V、7.5V、10V、12.5V、15V
- 應變變因：
 - ◆ 不同電解時間所測得之電導率下降量 $\Delta\sigma(\text{mS/cm})$

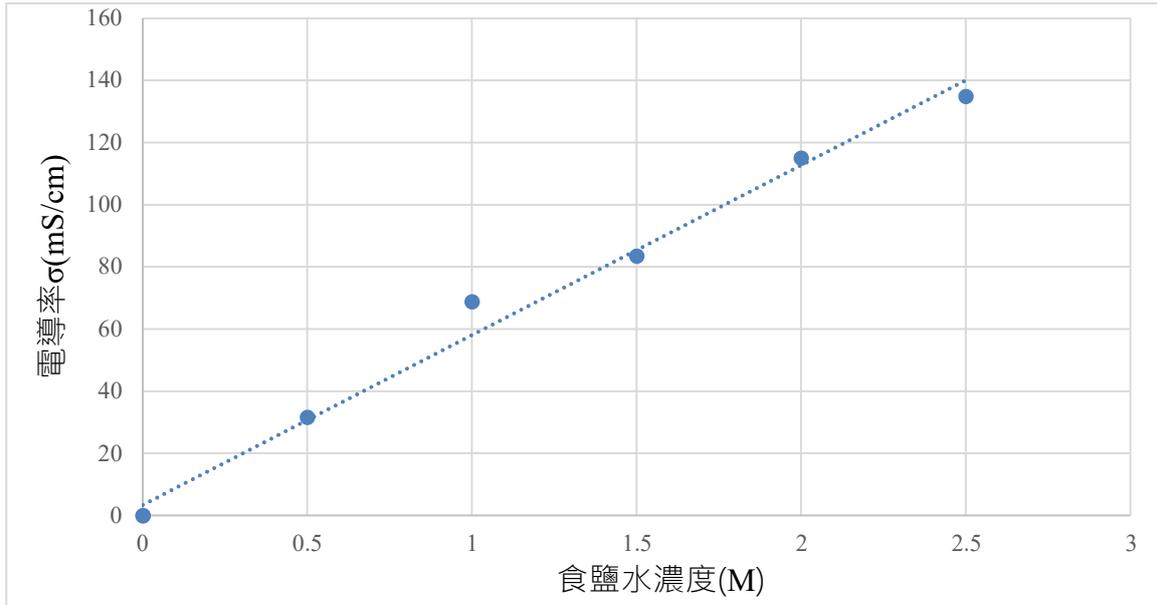
實驗目的：

- 尋找電解時間相同時，電解電壓對處理鎳離子最有效者。

五、 實驗結果與分析

預實驗：

表(一) 電導率對食鹽濃度之影響



結論：由上圖可得知電導率與離子濃度成正比，與假設相符

實驗一：

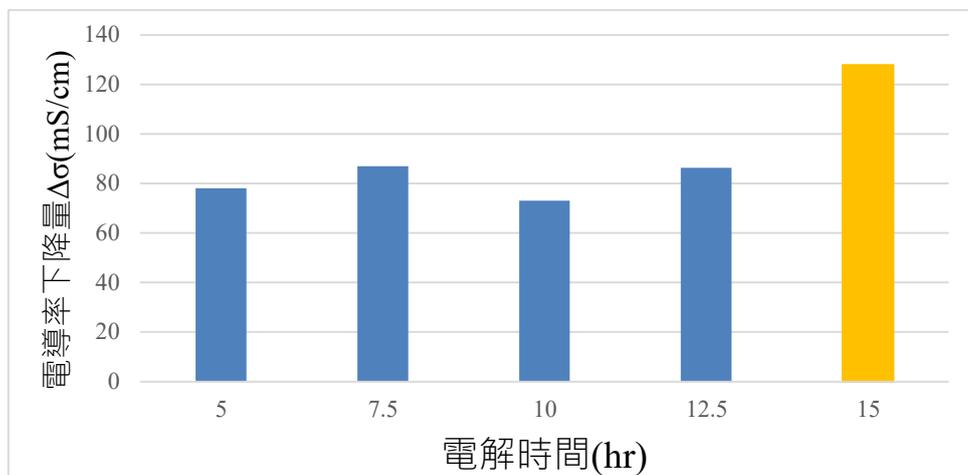
由預實驗結果得知電導率與可溶鹽濃度成正比，因而可以此原理推算電導率下降量，從而比較鎳離子濃度下降量。計算方式如下：

- 設電解後負極電解液電導度 σ_1 (mS/cm)
- 飽和硫酸鎳水溶液電導度 $\sigma_2=38.2$ (mS/cm)
- 負極電解液加入重金屬溶液，產生沉澱前電導度 $\sigma_{原}$ (mS/cm)
- 負極電解液加入重金屬溶液，產生沉澱後，取其澄清液電導度 $\sigma_{後}$ (mS/cm)
- 取負極電解液 V_1 (ml) 添加之重金屬溶液體積 V_2 (ml)

$$\text{※計算方式 } \sigma_{原} = (V_1 \times \sigma_1 + V_2 \times \sigma_2) \div (V_1 + V_2)$$

$$\Delta\sigma = \sigma_{原} - \sigma_{後}$$

表(二) 電導率下降量與電解時間之關係



結論：相同電解電壓下，改變電解時間。電解 2.5 小時能產生最多 OH^- ，使其與重金屬離子產生越多沉澱，進而導致電導率下降最多。

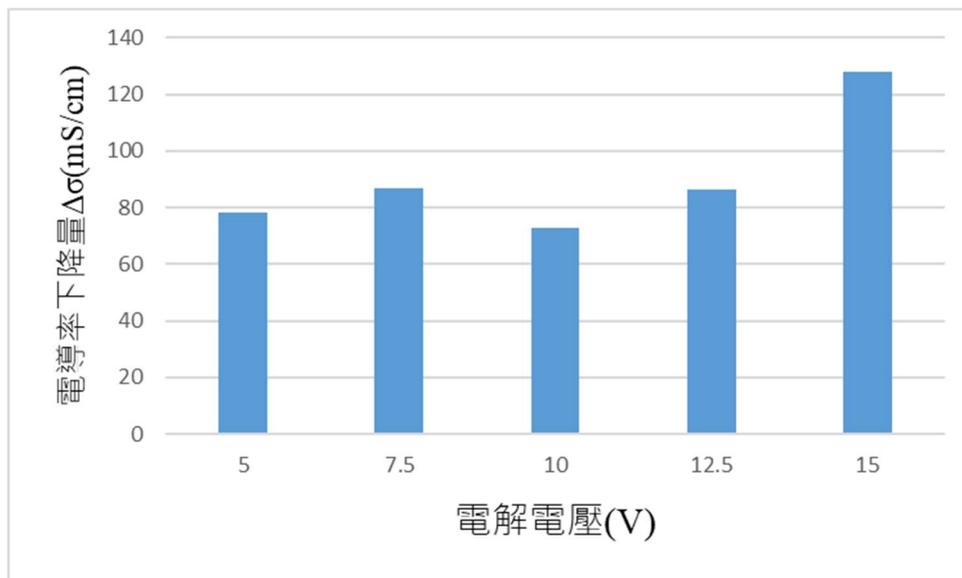
實驗二：

計算方式同實驗一



圖(一)硫酸鎳溶液滴入同體積、電解時間不同之電解液後之澄清液

表(三)電導率下降量與電解電壓長條圖



結論：相同電解時間下，改變電解電壓。以 15V 能產生最多 OH^- ，使其與重金屬離子產生越多沉澱，進而導致電導率下降最多。

五、結論與生活應用

結論：

1. 固定電解食鹽水之電壓為 10 伏特，電解時間分別以 0.5 小時、1 小時、1.5 小時、2 小時、2.5 小時之中，以電解 2.5 小時之食鹽水之陰極電解液去除飽和鎳離子溶液中重金屬離子之效果最好。

2. 固定電解食鹽水之時間為 30 分鐘，電解時間分別以：5V、7.5V、10V、12.5V、15V 之中，以電解電壓為 15 伏特之食鹽水之陰極電解液去除飽和鎳離子溶液中重金屬離子之效果最好。

生活應用：

1. 可讓工廠在排放廢水前沉澱掉金屬後排出澄清液
2. 可處理實驗室中假數較小之含重金屬離子之廢液

參考資料

- 1.黃馨儀(2005/12)。廢水處理常用化學藥劑應用手冊 2006 年更新版。台灣產業服務基金會
- 2.陳盛宗(2020/4/8)。重金屬廢液回收處理及水資源循環利用實務經驗分享。翰金科技。
- 3.材料世界網(2021/7/7)。廢水中重金屬回收技術介紹與應用
- 4.教育部國民及學前教育署。水中導電度及其測定
- 5.物理海洋學 ABC(1998/9/17)。海洋觀測儀器及方法
- 6.台灣環境資訊協會(2015/11/30)。巴西礦災污泥入海 動植物「無一倖免」
- 7.上海公隆化工(2019/12/03)。重金屬廢水處理技術 - 鹼沉法的優勢與限制