

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：「化學小偵探重金屬離子的奇幻之旅：利用柚子果膠球與茶葉渣清除水中的重金屬離子」

一、摘要

羧基能吸附重金屬離子，由於茶葉渣、柚子果膠與柚子果膠球擁有豐富的羧基可吸附重金屬離子，我們便使用茶葉渣、果膠與果膠球來進行我們的實驗。

本實驗最主要是在研究茶葉渣、果膠與果膠球對於重金屬鉛與銅的吸附能力，在不同環境下茶葉渣果膠與果膠球吸附能力是否也有受到影響，為了探討這一個問題，我們分成三個部分來討論。

一、茶葉渣對銅離子與鉛離子的吸附效果；二、柚子果膠對銅離子與鉛離子的吸附效果；三、柚子果膠球銅離子與鉛離子的吸附效果。

二、探究題目與動機

自從上次我們上次前去河堤散步騎單車時便發現河流裡的水有特別的顏色，我們在詢問後得知那是重金屬汙染所造成的，於是我們便開始對重金屬汙染的議題感到好奇與關心！重金屬汙染先會直接影響地球的環境，再影響到地球的各式物種的議題，重金屬離子因為各式各樣的工廠作業、挖礦等活動排放出來(例:鉛、銅、汞、鎘、鈷等重金屬)，這些重金屬離子在遭排放出來後進入地球的土壤與水源之中，使地球上的各式物種造成許多不可逆轉的傷害(例如:內臟衰竭、癌症等)，於是我們便想透過廢物的回收再利用來找出能夠解決重金屬汙染的辦法，由於網路上的文獻指出羧基能吸附重金屬，且當時為中秋節柚子盛產時期，於是我們便使用柚子皮製作果膠與果膠球吸附重金屬，同時收集使用過的茶葉渣來進行我們的實驗。

三、探究目的與假設

探究目的：

我們希望可以降低重金屬對於地球的汙染與危害，並且在防止地球受到汙染的同時廢物利用，達到環保與減輕地球汙染的雙重目的。

假設：我們於網路上的資料了解到重金屬離子跟茶葉渣、柚子果膠與柚子果膠球分子中的官能基進行配位作用或者形成離子鍵，就能將硫酸銅與硝酸鉛水溶液的鉛離子與銅離子固定在茶葉渣、柚子果膠與柚子果膠球分子的表面上，所以假設在硫酸銅與硝酸鉛水溶液中加入茶葉渣、柚子果膠與柚子果膠球硫酸銅與硝酸鉛水溶液的鉛離子與銅離子會被茶葉渣、柚子果膠與柚子果膠球中的羧基之產生吸附。

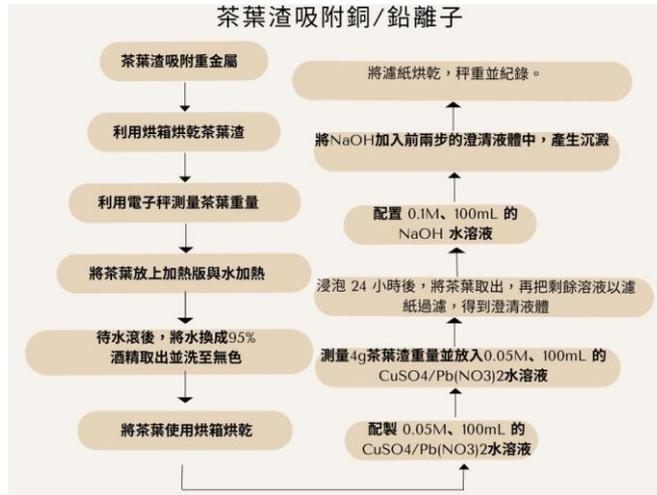
四、探究方法與驗證步驟

科學原理:

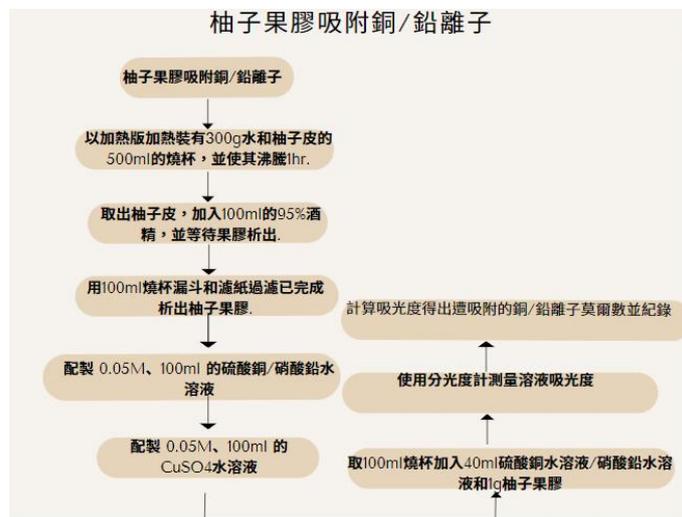
1. 茶葉渣結構中帶有大量的羧基與纖維成分會與金屬離子，形成螯合或離子吸附作用
2. 重金屬因活性大小與氫氧根沉澱
3. 重金屬離子與果膠分子中的羧基進行配位作用或者形成離子鍵，就能將重金屬固定在果膠分子的表面上。

驗證步驟

以下是各個方法的步驟圖：



圖一、茶葉渣吸附 0.05M, 100mL 硫酸銅/硝酸鉛中的銅/鉛離子，加入 0.1M, 100mL 的氫氧化鈉水溶液，計算氫氧化銅沉澱量得知茶葉渣吸附效果。



圖二、使用柚子皮製造柚子果膠並使其吸附 0.05M, 100mL 硫酸銅水溶液/硝酸鉛水溶液，使用水溶液吸光度計算得出柚子果膠吸附效果

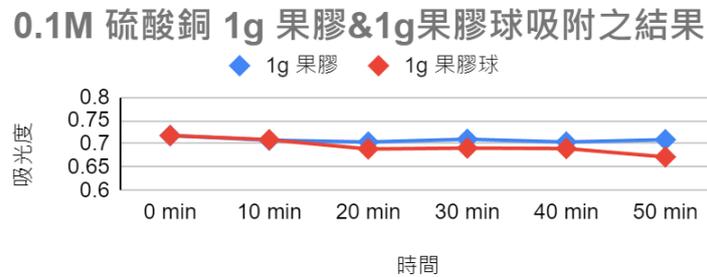


圖三、使用柚子皮、海藻酸鈉與氯化鈣製造柚子果膠球並使其吸附 0.05M, 100mL 硫酸銅水溶液/硝酸鉛水溶液，使用水溶液吸光度計算得出柚子果膠吸附效果

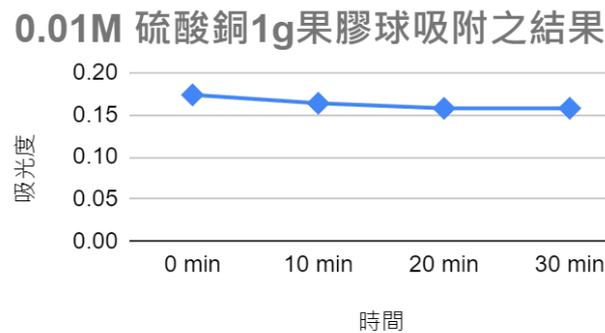
五、結論與生活應用

結論：

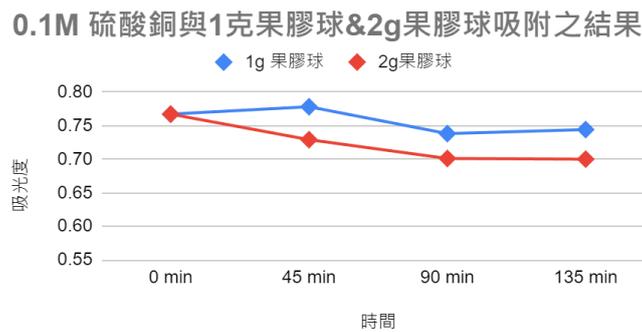
(一)果膠/果膠球吸附重金屬之實驗結果



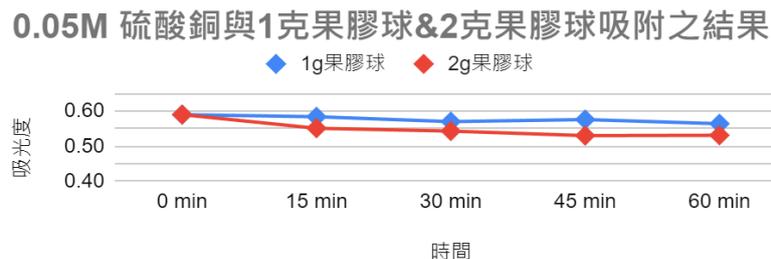
圖四、1g 柚子果膠球的吸附 0.1M 硫酸銅的效果比 1g 柚子果膠的吸附 0.1M 硫酸銅的效果好



圖五、由於柚子果膠球較多，所以使用 1g 柚子果膠球測試是否可以吸附 0.01M 硫酸銅，發現使用 0.01M 的硫酸銅時由於濃度太低不易監測，所以改回使用 0.1M。

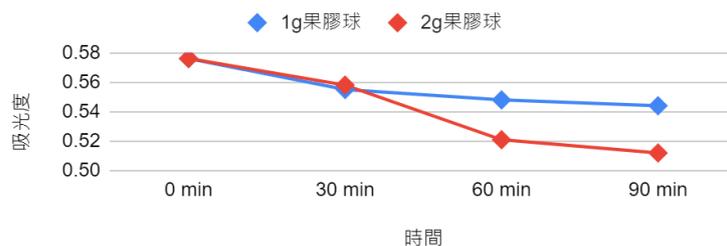


圖六、1g 柚子果膠球於九十分鐘時開始減緩吸附速度，2g 果膠球於 135 分鐘時開始減緩吸附速度。



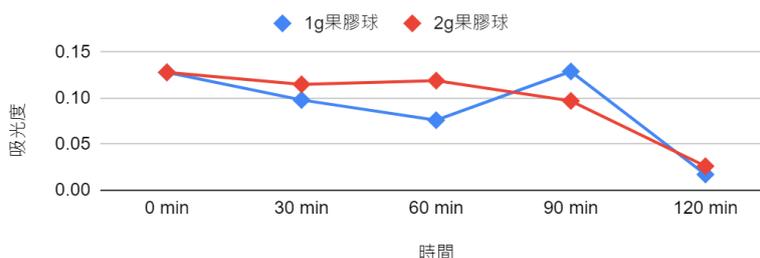
圖七、1g 柚子果膠球於九十分鐘時停止吸附重金屬，2g 果膠球於 135 分鐘時開始減緩吸附速度，由於茶葉渣使用 0.05M 為了方便比較我們改為使用 0.05M 進行果膠/果膠球吸附實驗。

0.05M 硫酸銅與1克果膠球&2克果膠球吸附之結果



圖八、實驗前三十分鐘 1g 果膠球的吸附 0.05M 硫酸銅效果較佳，從 30min 處開始變為 2g 果膠球吸附效果較佳。

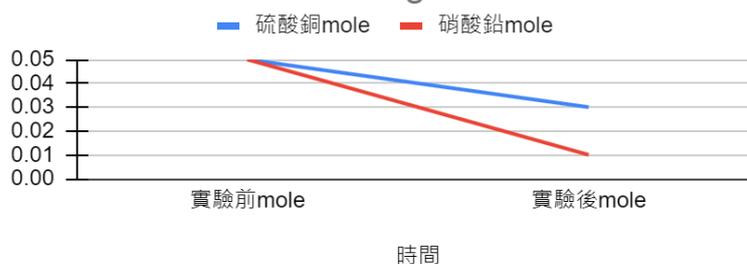
0.05M 硝酸鉛與1克果膠球&2克果膠球吸附之結果



圖九、1g 果膠球於 90min 時有大幅度上升，而後於 120min 時再次大幅度下降至低於 2g 果膠球。

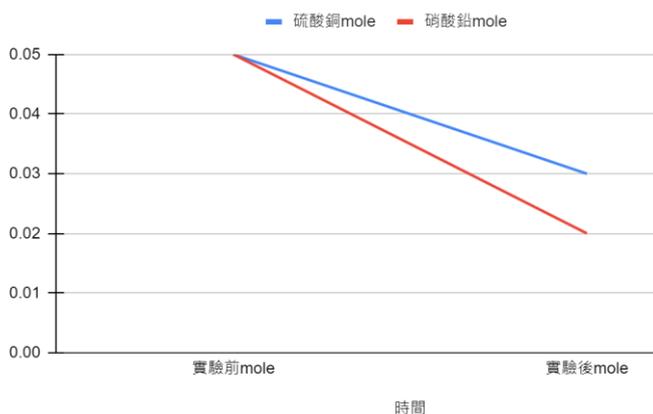
(二) 茶葉渣吸附重金屬之實驗結果

第一次硫酸銅和硝酸鉛5g茶葉渣之實驗結果



圖十、5g 茶葉渣吸附硝酸鉛中約 0.04mole 鉛離子(80%)，5g 茶葉渣吸附硫酸銅中約 0.02mole 銅離子(約 40%)，茶葉渣吸附鉛離子效果較銅離子佳。

第二次硫酸銅和硝酸鉛5g茶葉渣之實驗結果



圖十一、5g 茶葉渣吸附硝酸鉛中約 0.03mole 鉛離子(60%)，5g 茶葉渣吸附硫酸銅中約 0.02mole 銅離子(約 40%)，茶葉渣吸附鉛離子效果較銅離子佳。

結論:

因為柚子果膠球使用柚子果膠、氯化鈣與海藻酸鈉進行製作，而柚子果膠球除原本果膠中富含的羧基還有海藻酸鈉中的羧基，所以實驗時果膠球的吸附效果較果膠佳，而 1g 果膠球與 2g 果膠球的實驗中可知吸附時間於 90 分鐘時，2g 果膠球吸附效果皆比 1g 果膠球佳。

茶葉渣中也富含大量羧基可吸附重金屬。

生活應用：

透過這個探究實驗，我們認為這個方法可以試著應用在當我們於實驗室裡進行一些和銅、鉛離子的相關實驗時，利用茶葉渣或是自製的柚子果膠球，可以在實驗後，先做個初步的處理，先吸附大部分的銅、鉛離子，這麼做的話不但可以減少重金屬，亦可提升茶葉渣及柚子果膠球的效用。

此外，若是往比較大方向去說明，即可以應用在：

工廠的廢水處理或者台灣受重金屬污染的水資源。

參考資料

「茶」「毒」生靈 - 茶葉渣對重金屬的吸附

<https://cyjesf.eduweb.tw/cyjesf37/Upfile/final/%E3%80%8C%E8%8D%BC%E3%80%8D%E3%80%8C%E6%AF%92%E3%80%8D%E7%94%9F%E9%9D%88-%E8%8C%B6%E8%91%89%E6%B8%A3%E5%B0%8D%E9%87%8D%E9%87%91%E5%B1%AC%E7%9A%84%E5%90%B8%E9%99%84.pdf>

國立新竹高級工業職業學校 果皮萃取出物吸附重金屬

<https://vtedu.k12ea.gov.tw/uploads/1608710467254gblw9E4E.pdf>

「果」真吸金-果膠、果膠球吸附銅離子之研究

<https://vtedu.k12ea.gov.tw/uploads/1652078145298ksR52z6Z.pdf>

茶葉渣用處

<https://taiwaneashop.com/%E8%8C%B6%E8%91%89%E6%B8%A3%E6%B8%A3%E7%9A%84%E7%A5%9E%E5%A5%87%E5%A6%99%E7%94%A8/>

果膠用處

<https://hk.sports.yahoo.com/news/%E8%98%8B%E6%9E%9C%E6%9E%9C%E8%86%A0%E6%9C%89%E4%B9%9C%E6%95%88%E7%94%A8-%E6%94%B9%E5%96%84%E5%A4%B1%E7%9C%A0-%E6%B8%9B%E8%82%A5%E4%B9%8B%E5%A%96-%E4%BB%B2%E6%9C%89-094514341.html>