

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：我們把汙染吸出來了-將 EDTA-2Na 與活性碳結合應用於處理水汙染

一、摘要：

台灣水質汙染嚴重，所以本實驗想透過製作出一種既能吸附有機物、又能軟化硬水且方便回收的方法。我們以活性碳能吸附有機物的特性為基底，且經查詢資料後發現，EDTA-2Na 可以螯合金屬離子，最後為了方便回收性，所以我們想到將它與具有磁性的四氧化三鐵結合，以磁力的方式將它回收。

二、探究題目與動機

水汙染在台灣已成為不可忽視的重要課題之一，且近幾年來，水汙染所帶來的危害也遠超人們的預期。除了關注台灣水汙染的情形外，我們也希望能著手改善這個問題。查詢資料後發現，造成水汙染的主因之一是，由於水中的有機物濃度異常，導致水質惡化。因此我們主要的想法是，利用活性碳吸附水中的有機物，並藉此去除水中的有機汙染物。除了去除有機物，我們還想要去除鈣和鎂離子，因為若水中的鈣、鎂離子濃度過高，變容易產生水垢、沉澱等現象。因此我們想到利用 EDTA-2Na 吸附金屬離子，最後將其與四氧化三鐵結合。

三、探究目的與假設

研究目的:

- 1.成功將活性碳與 EDTA 結合
- 2.將活性碳與四氧化三鐵結合
- 3.模擬廢水環境並檢測吸附效果

四、探究方法與驗證步驟

一、實驗一、將活性碳與 EDTA-2Na 結合

(一) 步驟

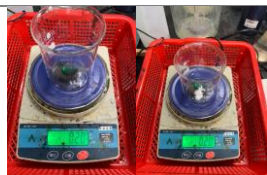
步驟 1-1 秤取各 0.2 g 的活性碳與 EDTA-2Na

步驟 1-2 加入 100 g 的水

步驟 1-3 以磁石攪拌機攪拌並加熱至 70 度

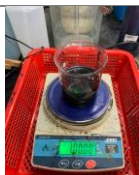
步驟 1-4 過濾烘乾後得到成品

(二) 圖例說明



步驟 1-1

秤取各 0.2 g 的活性碳
與 EDTA-2Na



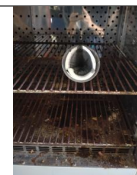
步驟 1-2

加入 100 g 的水



步驟 1-3

以磁石攪拌機攪拌並
加熱至 70 度



步驟 1-4

過濾烘乾後得到成品

二、實驗二、製作草酸亞鐵

(一) 步驟

步驟 2-1 秤取 0.9 g 草酸和 3.92 g 硫酸亞鐵銨

步驟 2-2 加入適量水

步驟 2-3 以磁石攪拌機進行攪拌

步驟 2-4 將溶液過濾後烘乾

步驟 2-5 得到草酸亞鐵

(二) 圖例說明



步驟 2-1

秤取 0.9 g 草酸和
3.92 g 硫酸亞鐵銨



步驟 2-2

加入適量水



步驟 2-3

以磁石攪拌機進行
攪拌



步驟 2-4

將溶液過濾
後烘乾



步驟 2-5

得到草酸亞鐵

三、實驗三、將活性碳與四氧化三鐵結合

(一) 步驟

步驟 3-1 秤取 1 g 草酸亞鐵和 0.75 g 實驗一所得之粉末

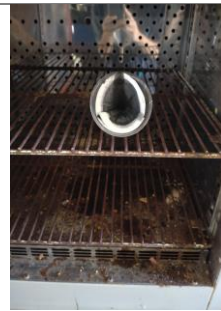
步驟 3-2 加入 200 g 水與 0.4 g NaOH

步驟 3-3 以磁石攪拌機進行攪拌並加熱

步驟 3-4 將溶液過濾後烘乾

步驟 3-5 得到成品

(二) 圖例說明



步驟 3-1

步驟 3-2

步驟 3-3

步驟 3-4

步驟 3-5

秤取
1 g 草酸亞鐵和
0.75 g 實驗一所得之粉末

加入 200 g 水與
0.4 g NaOH

以磁石攪拌機進行
攪拌並加熱

將溶液過濾後烘乾

得到成品

討論一、活性炭是否有與 EDTA-2Na 結合

雖然我們知道活性炭可以利用表面的孔洞，吸附有機物，但是我們也想知道能不能用實驗的方式證明他們是否真的能夠結合，而我們首先想到的方法是和以 EDTA-2Na 滴定鈣離子一樣的方法，但是發現 EDTA 是在碳上面，無法配成溶液，而最後我們將兩個反過來，使用羊毛銻黑 t 當作金屬離子的指示劑，再以鈣離子滴定，最後比較有無加入活性炭與 EDTA 結合的粉體，以下是我們的做法。

(一) 步驟

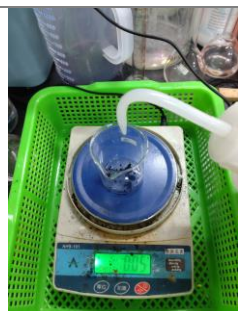
步驟 1 秤取結合後的粉體 0.05 g 並加入 20 g 的水

步驟 2 滴入羊毛銻黑 t 5 滴

步驟 3 以 0.0001 M CaCl_2 滴定

步驟 4 紀錄使指示劑變色所需的 CaCl_2 的量

(二) 圖例說明



步驟 1

秤取結合後的粉體 0.05 g 並加入 20 g 的水



步驟 2

滴入羊毛絡黑 t 5 滴



步驟 3

以 0.0001 M CaCl_2 滴定



步驟 4

紀錄使指示劑變色所需的 CaCl_2 的量

其中羊毛絡黑 t 指示劑的最佳 pH 值是介於 9.5 和 10.5 之間，而羊毛絡黑 t 在 pH 值大約為 10 的時候，是藍色的，但如果遇到鹼土族會變成紅色的。羊毛絡黑 t 的缺點是，他是利用顏色來判斷，所以實驗可能存在誤差，但我們認為還在可接受範圍內。

滴定所需之 CaCl_2 (單位: mL)	第一次	第二次	第三次	平均
有加入碳粉	18.4	17.5	19.1	18.3
沒加入碳粉	5.3	4.4	5.6	5.1

會有這樣的結果，我們推測是活性碳會吸附有機物，而 EDTA 剛好也是有機物，所以剛好可以利用活性碳會吸附有機物的特性，使它們結合。而在滴定时，EDTA 可以先將鈣離子抓下來，所以要使羊毛絡黑 t 變色就需要更多的鈣離子。

討論二、活性炭是否有四氧化三鐵結合

我們一開始不看好他們能夠結合，但是我們想到活性碳表面會帶正電，而我們可以利用這個特性，讓他與不帶電的四氧化三鐵結合。而我們觀察它們結合效果如何的方法，最一開始是用粉體加水後，旁邊放強力磁鐵，看水中是否含有雜質。但我們發現這樣無法將它數據化，所以我們想到可以打一道光，如果水中有雜質的話，光線通過的量就會比較少，最後再將它畫成曲線圖，分析他們的結合效果。而我們的裝置如下，我們將兩塊強力磁鐵放在兩側在放入紙箱中，前面再以氦氖雷射照射，後面再放上照度計，再測量每秒照度計所測得數值。

(一) 步驟

步驟 1 秤取少許粉體並加入水

步驟 2 放入磁吸裝置

步驟 3 記錄每秒照度計所測得數值

步驟 4 畫成曲線

(二) 圖例說明



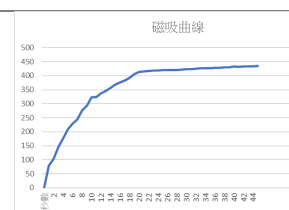
步驟 1
秤取少許粉體
並加入水



步驟 2
放入磁吸裝置

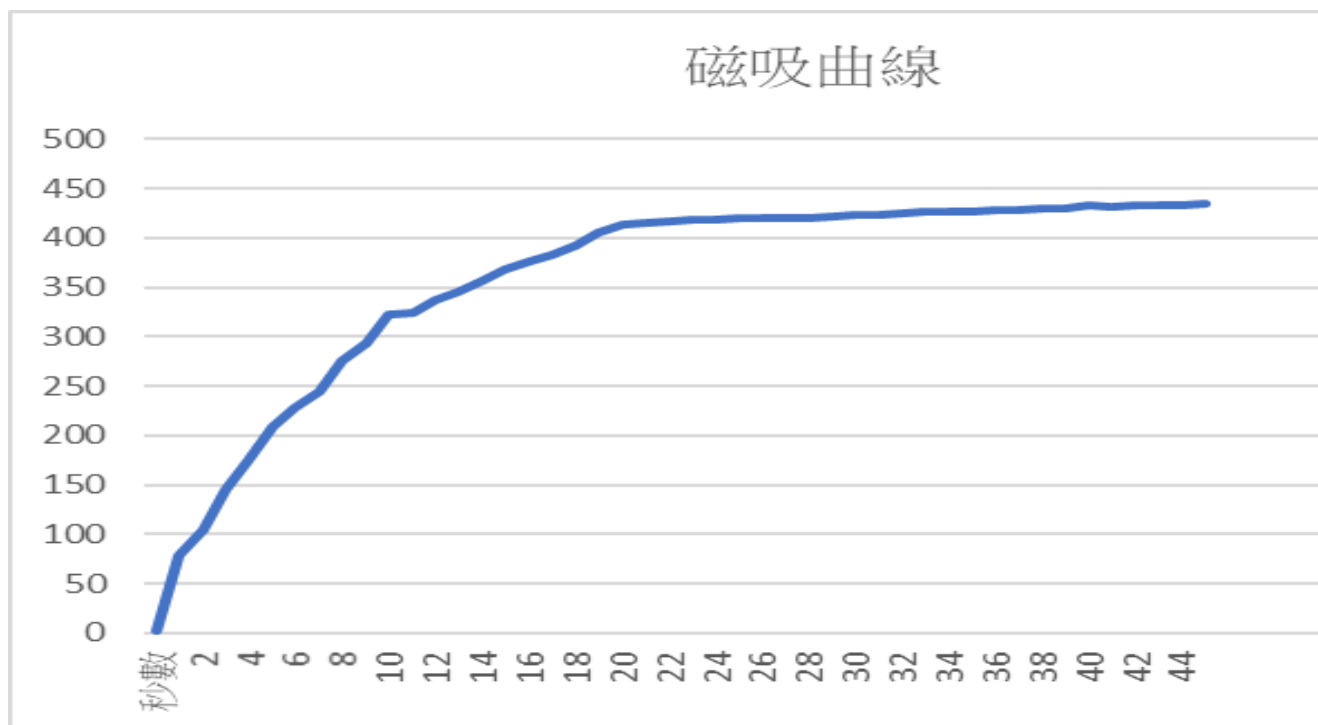


步驟 3
記錄每秒照度計
所測得數值



步驟 4
畫成曲線

畫成曲線後，我們發現曲線的前段上升速度很快代表有磁性的粉體快速地被磁鐵吸到兩側，而曲線の後半段緩慢上升，因為沒有磁性的物質會自然沉降，代表沒有磁性的雜質較少，所以我們可以推測，四氧化三鐵與活性碳的結合效果還不錯。



五、結論與生活應用

我們成功將 EDTA-2Na 與活性炭結合，使用鈣離子滴定，並以羊毛銻黑 t 作為指示劑，因為羊毛銻黑 t 本來是藍色的，但遇到鈣離子時，會螯合鈣離子，使顏色會變成紅色，接著要將活性炭與四氧化三鐵結合，達到方便回收的效果，我們使用的四氧化三鐵的鐵源，是單鐵源法，也就是用草酸亞鐵加熱之後，接著與活性炭結合時，再加入氫氧化鈉，成功將它與活性炭結合。未來我們希望能利用磁力回收的潛力，像是我們可以用電磁鐵，通電時可以將粉體回收，斷電時即可將粉體取出，不怕會吸在磁鐵上拿不下來；另外我們也希望利用本實驗粒子表面帶電的特性，像是金屬的氫氧化物膠體粒子表面會帶正電，非金屬氧化物膠體粒子表面會帶負電，以這些特性去發展之後的實驗。

參考資料

- 1.水中總硬度檢測方法—EDTA 滴定法 <https://reurl.cc/LpYe39>
2. 以活性炭處理整合重金屬水溶液吸附行為之研究 <https://reurl.cc/KpZEqn>
- 3.環境工程畢業論文參考 EDTA 改良果殼活性炭對重金屬選擇吸附性研究 <https://reurl.cc/8WQYo4>
- 4.臺灣綠蜂膠乙醇萃取物合併使用乙二胺四乙酸二鈉對金黃色葡萄球菌之抗菌影響 <https://reurl.cc/Go7gxW>