

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

海洋科學組 成果報告表單

題目名稱：危在「蛋」際—蛋殼吸附力測試暨水汙染防治應用

一、摘要：

在現今社會中，水源短缺成了我們 21 世紀公民不容小覷的議題，尤其在這麼險峻的市況下，我們對於水的需求可謂供不應求，但還是有許多工廠可能會偷排放廢水……等，這不僅直接影響到我們日常飲水，更有可能對海洋造成無法抹滅的傷害。本實驗主要是以日常生活周遭常見的廢物—蛋殼來進行探究，藉由我們的實測、論證後，我們可得蛋殼雖相較於活性碳吸收金屬離子的能力較弱，但是我們可以利用此種廢物「化廢為寶」，在農川河流時就做第一次重金屬、磷污攔截，這樣不但能讓農民對水質無顧慮，在日後水進入海洋後也可減少其汙染。由此次實驗我們可得知其實在日常生活中對於海洋保育及水土保持並不困難，只是缺乏我們的發想及作為，希望藉由這次實驗能让更多人知道現在河川及大海所受迫害，並且利用身邊可用物資，還給地球一個乾淨的身體。

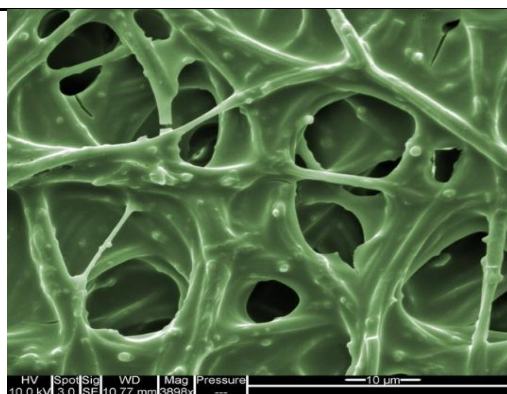
二、探究題目與動機

近來月來，因為禽流感疫情的擴大，使得非常多的家禽被迫撲殺，造成市面上物價飆高、雞蛋原料短缺，此景讓各大餐飲業者十分焦躁。在雞蛋如此珍稀的情況下，我們是否能更有效的利用雞蛋，讓雞蛋除了有「吃」的功用外，被我們所丟棄的蛋殼是否有更多的功效？

在近 30 年來，位於在工業區旁的我們，汙水排放汙染已成家常便飯，各種五顏六色的重金屬染料剝奪河川最清澈的淺藍，對於仰賴河川資源我們來說，這些對環境的傷害直接影響人們日常用水、漁業養殖跟農田灌溉。並且，如果這些重金屬汙染流進大海，不但會對海洋生態有嚴重的迫害，就連我們所食用的海產資源也可能經由生物放大作用，對我們人體產生不可挽回之傷害。本次實驗我們主要以多孔性結構廢物—蛋殼作為我們的吸附粒子，希望能以生活中易取得的蛋殼廢棄物，減少水中不同的汙染物質，而且能夠達到永續發展的願景。

三、探究目的與假設

蛋殼為多孔結構之物質，其組成基本成分為碳酸鈣(CaCO_3)，此物質有不溶於水、有涵養土壤等功效，符合吸附劑：大的比表面、適宜的孔結構及表面結構(圖一)；對吸附質有強烈的吸附能力、一般不與吸附質和介質發生化學反應；製造方便、容易再生；有極好的吸附性等性質。目前市面上常用的吸附劑有以碳質為原料的各種活性炭



吸附劑和金屬、非金屬氧化物類吸附劑，而在 (圖一:蛋殼電子顯微鏡像圖)
民生吸附劑中又以活性炭吸附性能最好，但是機會成本較高，對於一般的水源淨化來說是一筆可觀的費用，並且如果讓活性炭流入水中進到自然圈後，可能又是另外一種自然的汙染，因此，本次實驗會以活性炭作為我們的對照組，用於比較活性炭與蛋殼之間對於不同離子的吸附功效，規劃出雞蛋殼對於水汙染防治的可行性方法。

目的:

- 一、水中不同汙染重金屬物質分別對於活性炭、蛋殼的吸附功效
- 二、調配不同比例的離子濃度，模擬不同的水汙染程度，探討其活性炭、蛋殼的吸附功能
- 三、了解自然廢物替代及發展之重要性
- 四、實際應用於生活水汙染防治之分析、試驗

四、探究方法與驗證步驟

一、吸附作用理論:

蛋殼吸附功效原理主要是應用弗羅因德利希定理：

定溫下固體吸附劑與溶液相接觸時，其一定量的吸附劑所吸收的溶質量可用溶液濃度的函數表示。定溫下單位質量之吸附劑所吸附物質量與其平衡濃度間的關係曲線，稱為吸附等溫線。以下為此函數公式:

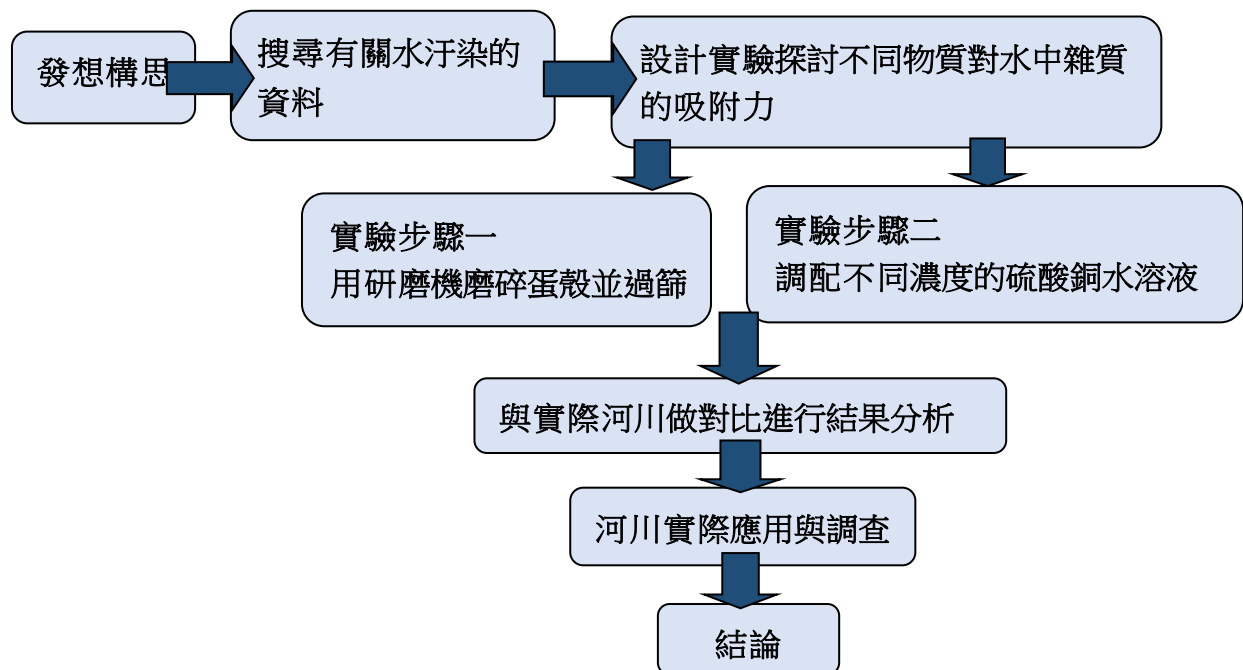
$$\log(x/m) = \log(k) + n \log(c) \text{ 或 } x/m = k c^n$$

c: 平衡狀態時溶液的濃度

x: 濃度 c 時被 m 克吸附劑所吸附溶質的莫耳數或克數

n、k: 依溫度、吸附劑及受吸物的種類而異之常數

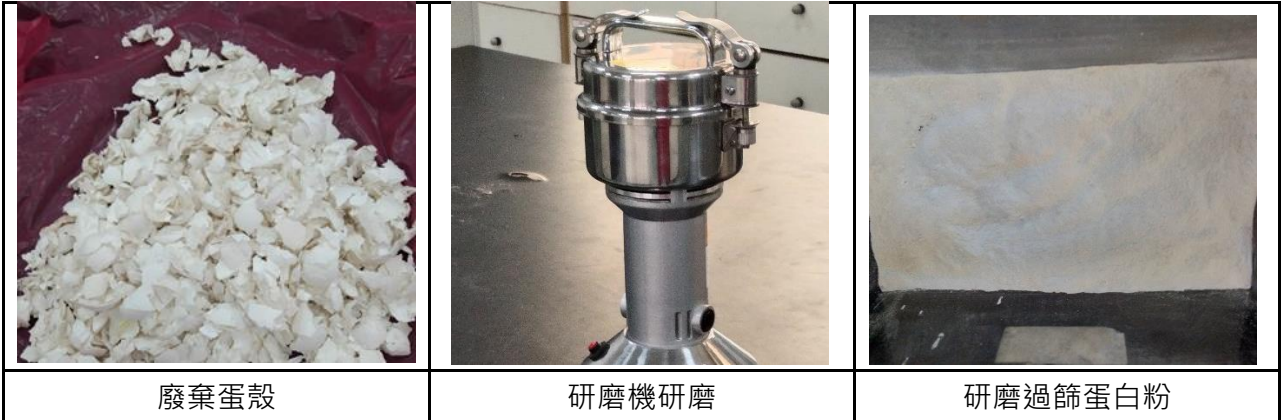
二、實驗流程架構:



三、樣本製作流程:

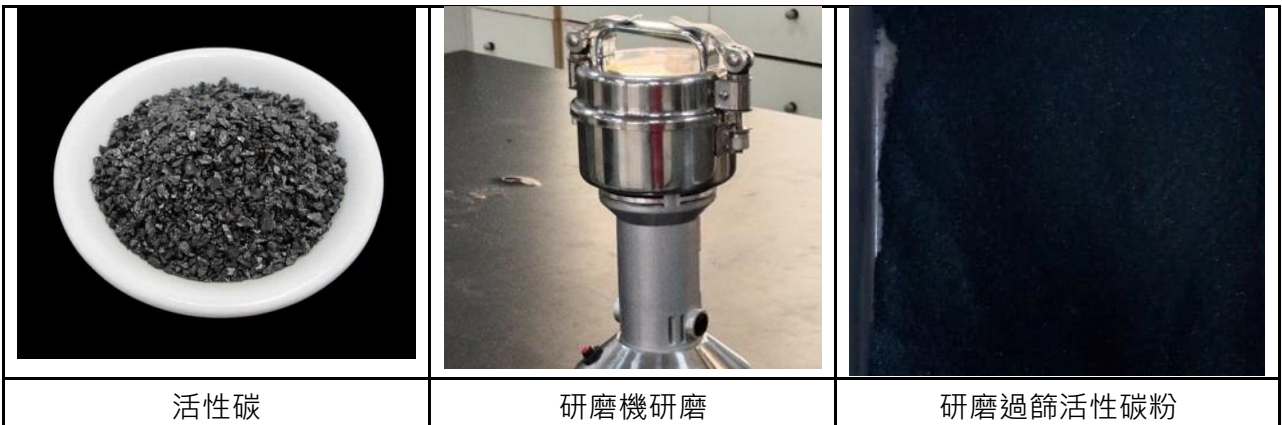
1. 製作吸附劑樣本(實驗組)—蛋殼

- (1) 將蛋殼清洗、用 250°C 烤箱烘烤 30 分鐘後取出。
- (2) 將蛋殼放入研磨機中，並將蛋殼粉化。
- (3) 將粉化之蛋殼，利用實驗篩子，篩選粒徑 0.3mm 以下的蛋殼粉放置培養皿保存。

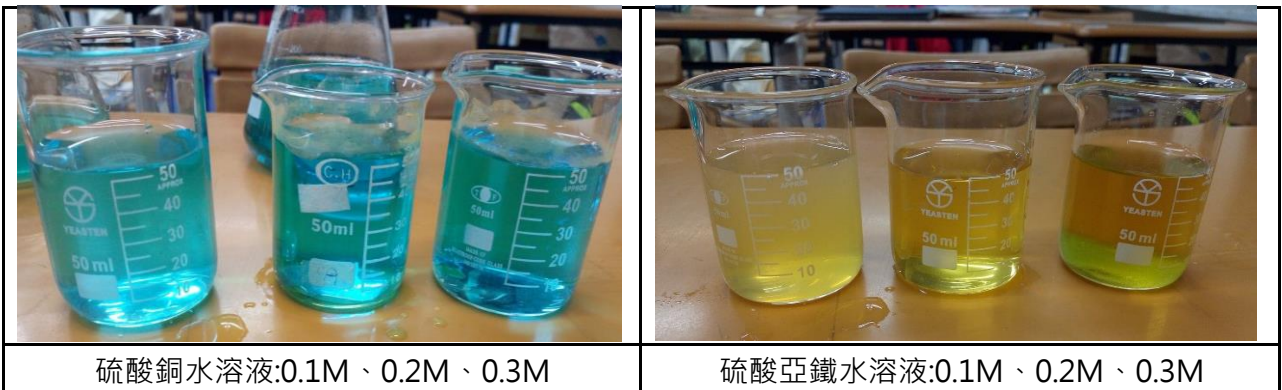


2. 製作吸附劑樣本(對照組)—活性炭

將活性炭放入研磨機中，使活性炭粉化。將粉化之活性炭用實驗篩子，篩選粒徑 0.3mm 以下的活性炭粉放置培養皿保存。



3. 製作不同濃度、物質之水汙染吸附物質(本次實驗以硫酸銅、硫酸亞鐵當作實驗吸附物)



四、吸附力之測試:

1. 蛋殼吸附之測試

- (1) 取六個燒杯分別加入 20ml 硫酸銅、硫酸亞鐵配製 0.1M、0.2M、0.3M 不同濃度溶液。
- (2) 精秤 4g 蛋殼粉 5 份，分別加入含硫酸銅、硫酸亞鐵溶液的燒杯中。
- (3) 六個燒杯分別拿磁石攪拌機攪拌 5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘、25 分鐘。
- (4) 攪拌時間結束後，分別以抽氣過濾裝置去除水中雜質。
- (5) 將濾液以定量瓶分別定量至 20mL 後，放置 20 分鐘。
- (6) 測其曲折度



曲折度計

2. 活性炭吸附之測試

- (1) 取六個燒杯分別加入 20ml 硫酸銅、硫酸亞鐵配製 0.1M、0.2M、0.3M 不同濃度溶液。
- (2) 精秤 4g 活性炭粉 5 份，分別加入含硫酸銅、硫酸亞鐵溶液的燒杯中。
- (3) 六個燒杯分別拿磁石攪拌機攪拌 5 分鐘、10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘、25 分鐘。
- (4) 攪拌時間結束後，分別以抽氣過濾裝置去除水中雜質。
- (5) 將濾液以定量瓶分別定量至 20mL 後，放置 20 分鐘。
- (6) 測其曲折度

五、檢測數據討論:

1. 曲折度量質(本測試是使用曲折度計，藉由光的折射變化測量吸附後水中離子濃度)

(1) 硫酸銅

測試 1-1(活性炭) 原始濃度 0.1M、3%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.5%	0.5%	0.3%	0%	0%

測試 1-2(蛋殼) 原始濃度 0.2M、3%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.5%	0.3%	0%	0%	0%

測試 2-1(活性碳) 原始濃度 0.2M、5%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.3%	0.3%	0.5%	0%	0%

測試 2-2(蛋殼) 原始濃度 0.2M、5%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.5%	0.3%	0%	0%	0%

測試 3-1(活性碳) 原始濃度 0.3M、10%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.3%	0.3%	0.3%	0.1%	0%

測試 3-2(蛋殼) 原始濃度 0.3M、10%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%	0%

(2) 硫酸亞鐵

測試 1-1(活性碳) 原始濃度 0.1M、3%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.5%	0.3%	0.3%	0%	0%

測試 1-2(蛋殼) 原始濃度 0.2M、3%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.3%	0.3%	0%	0%	0%

測試 2-1(活性碳) 原始濃度 0.2M、5%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.5%	0.5%	0.3%	0.1%	0%

測試 2-2(蛋殼) 原始濃度 0.2M、5%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.5%	0.3%	0.1%	0%	0%

測試 3-1(活性碳) 原始濃度 0.3M、10%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.5%	0.5%	0.3%	0.1%	0.1%

測試 3-2(蛋殼) 原始濃度 0.3M、10%:

	攪拌 5 分鐘	攪拌 10 分鐘	攪拌 15 分鐘	攪拌 20 分鐘	攪拌 25 分鐘
濃度下降 X%	0.3%	0.3%	0.1%	0.1%	0%

(3) 總結

藉由本次驗，可發現活性碳及蛋殼皆有吸附水中離子之功效，但總體來看，活性碳的吸附效果還是大於蛋殼的吸附能力。

五、結論與生活應用

本次實驗主要探討蛋殼是否有吸附水中重金屬汙染的功效，最終我們可藉由實驗數據得知雖然活性碳的吸附能力略好於蛋殼，但是相較於活性碳，蛋殼是屬於廢棄物且隨處可得，農家只需將其洗淨打碎後，即可運用於自家農地，為此，我們去拜訪位於工業區旁的農家進行實地考察(圖二)，在觀察完溪流後，經我們討論，我們覺得雞蛋粉末可以使用濾網將蛋殼放進，並放置於溪流與灌溉溝渠的交接口處，形成一道簡易的重金屬攔截濾水網，並且每半個月定期更換；此舉不但能減少廢棄物的產生還能放下農民心中的擔憂。雞蛋殼，其實有非常大的利用價值，未來也將可利用於一般民生的濾水裝置，讓我們一同讓廢物變寶物，還給海洋一條條健康的河川。



圖二:農田河川進水口



在農圳進水口能設置蛋殼淨水裝置確保水質的乾淨

參考資料

- [1]: 張凱婷(2015)廢棄蛋殼與鍛燒蛋殼對水溶液中銀與鎳之吸附能力，台灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/5r8v92>
- [2]: 淨水小學堂-活性碳介紹
- [3]: 黃日輝(2008)TFT-LCD業鋁蝕刻製程含磷廢水最佳可行控制技術評估。2020年4月13號。 <https://ir.nctu.edu.tw/bitstream/11536/37896/1/650201.pdf>
- [4]: 蛋殼用途多，千萬別扔掉!雞蛋殼的16個神奇功效
<http://ezvivi2.com/article/282100.asp>