

【2025 年 全國科學探究競賽】

高中（職）組 成果報告表

題目：放學又「疏」下來加班「銻」不是有點「凡」-以碘量法及Ce(IV)-variamineblue方法聯合分析竹筷釋放漂白劑含量

一、摘要

近年來食安風暴等新聞使人懼怕，這使社會大眾對於食安議題的意識抬頭。除了外食族的食品安全問題，免洗餐具的使用也漸漸受到關注。政府機關不斷在呼籲民眾減少免洗筷的使用，因此我們想藉由實驗，證實政府施行政策的原因，同時也提供民眾簡易檢測的方法。

此實驗以簡單的實驗方法，模擬「以竹筷食用湯食」以及、「竹籤串燒烤肉」所造成的免洗餐具的化學變化。主要研究竹製免洗餐具的成分，以及在浸泡和燃燒後可能產生的物質，並評估其對人體健康的潛在影響。

研究分為兩個主要方面：檢測竹筷中的漂白劑，以及竹炭水中的鈣離子和酸鹼度。首先，我們以不同廠牌之竹筷分別以碘滴定法、Ce(IV)-variamineblue方法綜合分析各廠牌的竹筷所使用的漂白劑種類。最後我們也使用了不同廠牌的竹籤（以下將命名為A牌及B牌），定量火烤，製成竹炭水並利用螯合滴定及酸鹼滴定檢測竹炭水中的鈣離子濃度，結果顯示不同廠牌和燃燒時間的竹筷製成的竹炭水中鈣離子濃度和酸鹼度有所不同，提供了對竹炭水品質的評估依據。

這些數據顯示，免洗竹筷在使用過程中可能溶出化學成分，進一步研究有助於確認其中是否含有有害化學物質或微生物污染。本研究結果可作為政府制定食品安全政策的參考，並提供消費者選擇健康餐具的依據。未來可進一步拓展至其他外食常用餐具的安全性評估，推動更健康與環保的飲食文化。

二、探究題目與動機

由於近期食安事件層出不窮，外食族的健康逐漸受到關注，政府也同時呼籲民眾減少免洗竹筷的使用，然而普遍的外食習慣卻少不了免洗竹筷的存在。我們希望藉由該實驗進一步了解外食常用餐具對人體健康所帶來的危害，藉此喚醒民眾對免洗筷之警惕性。

三、探究目的與實驗假設

探究目的

實驗一 探討不同廠牌竹筷在純水及鹽水的漂白劑殘留量 (以碘滴定法)

實驗二 探討不同廠牌竹筷在純水及鹽水的漂白劑殘留量 (以Ce(IV)-variamineblue方法)

實驗三 探討竹筷水經Ce(IV)-variamineblue方法滴定前後電位差異

實驗四 探討定量竹籤經火烤製成竹炭水之鹼度與鈣離子含量並分析其醋酸生成

實驗假設

假設一：若竹筷浸泡純水中，竹筷中殘餘的漂白劑會溶出

假設二：若竹筷浸泡鹽水中，竹筷中殘餘的漂白劑溶出程度較為純水時顯著

假設三：若竹筷水溶出漂白劑，還原電位會隨之上升，而鹽水電位比純水高

假設四：若竹籤燃燒時間越長，其產生的鈣離子含量越多，而竹炭水的鹼度越高，則需要更多的醋酸來中和

四、探究方法與實驗步驟

實驗一、探討不同廠牌竹筷在純水及鹽水的漂白劑殘留量 (以碘滴定法)

步驟一、碘液滴定液配置

- (一) 碘液製備：準備10 mL的純碘液加100 mL的水
- (二) 濃度標定：使用已知濃度的硫代硫酸鈉標準溶液滴定碘液，最終碘液濃度為0.037M

步驟二、四個牌子（麥味登、八方雲集、7-11、全家）竹筷水製備

- (一) 分別準備10 mL 純水及 0.1M 鹽水各四組並倒入試管。
- (二) 將四種竹筷分別插入試管中並浸泡10分鐘。
- (三) 在各試管中加入1 mL 1M 的澱粉液。

步驟三、以碘量法進行滴定

- (一) 將碘液裝入滴定管，滴定含澱粉待測竹筷水。
- (二) 滴定至待測物形成藍色，即為滴定終點。

實驗二、探討不同廠牌竹筷在純水及鹽水的漂白劑殘留量 (以Ce(IV)-variamineblue方法

步驟一、凡拉明藍指示劑調配

- (一) 將凡拉明藍粉末加入酒精中，待粉末溶解後成藍色液體。



步驟二、硫酸銻銨滴定液調配

- (一) 取 8×10^{-5} mole 硫酸銻銨粉末，加入100毫升的容量瓶中，加蒸餾水稀釋至 8×10^{-4} M，即為硫酸銻銨水溶液。

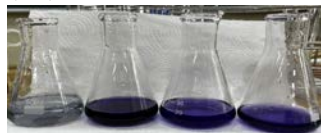


步驟三、四個牌子（麥味登、八方雲集、7-11、全家）竹筷水製備

- (一) 分別準備10 mL 純水及 0.1M 鹽水各四組並倒入試管。
- (二) 將四種竹筷分別插入試管中並浸泡10分鐘。

步驟四、滴定進行

- (一) 將硫酸銻銨水溶液加入滴定管，滴定含凡拉明藍指示劑的待測竹筷水。
- (二) 滴定至待測溶液形成紫色，即為滴定終點。



實驗三、探討竹筷水經Ce(IV)-variamineblue方法滴定前後電位差異

步驟一、校正ORP計

- (一) 將校正的粉加入50毫升的蒸餾水中混和均勻。

(二)按下開關機鍵,開始校正機器。

步驟二、測量竹筷水滴定前後電位

(一)將校正後的機器用蒸餾水沖洗乾淨,放入待測溶液中。

(二)待電位數值穩定後,按下hold鍵,記錄數值。



實驗四、探討定量竹籤經火烤產生的鹼度與鈣離子含量並分析其醋酸生成

步驟一、竹炭水的製備

(一)分別取A牌、B牌的竹籤0.5 g

(二)將竹籤以鋁箔紙包裹,再分別與火源接觸2分鐘、3分鐘、4分鐘、5分鐘

(三)將燃燒後的竹筷融入10 mL的蒸餾水中再使用振盪器震盪,使竹炭融入水中

步驟二、製作EBT、EDTA檢測竹炭水中的鈣離子濃度

實驗原理：鉻黑T用作EDTA滴定中的指示劑，當添加足夠的EDTA時會達到特徵性的藍色終點，並且與指示劑結合的金屬離子被EDTA螯合，留下游離的指示劑分子。在滴定EDTA前含有鈣、鎂離子並加入EBT的溶液會是紅色的。

(一)製作EBT (鈣離子指示劑)

1. 配置0.1M的氨水並加入少量鉻黑粉末

2. 使用 NH_4Cl 以及 pH計，將 NH_4Cl 加入並用pH計測量將其調配至pH10

(二)製作EDTA (滴定待測溶液)

取3.72 g 的EDTA粉末加入100 mL的蒸餾水中形成濃度為0.1M

的EDTA水溶液

(二)檢測竹炭水中鈣離子含量：以0.1M EDTA水溶液滴定竹炭水，從原來的粉紅色滴定成藍色即為滴定終點。



步驟三、製作甲基紅、0.003M的鹽酸水溶液檢測竹炭水的酸鹼程度

(一)製作甲基紅(酸鹼指示劑)：將甲基紅粉末加入些許酒精

(二)配置0.003M HCl (aq)：將3M 的無煙鹽酸稀釋成0.003M HCl (aq)

(三)檢測竹炭水酸鹼

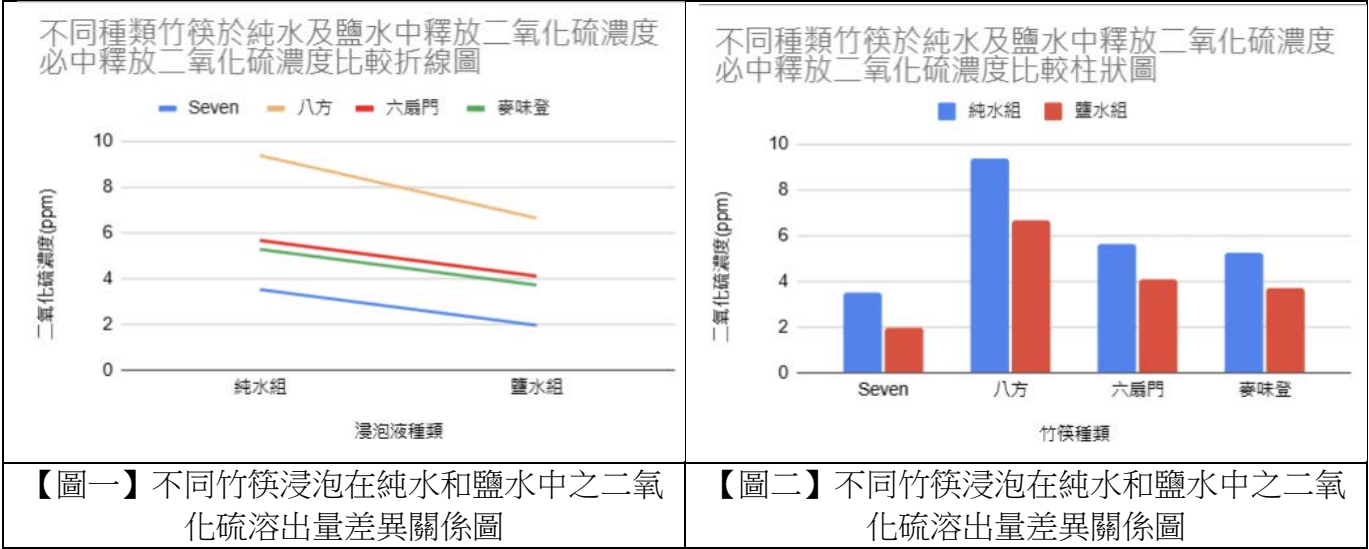
(三)將加了甲基紅的竹炭水進行鹽酸滴定，從原來的黃色滴定成粉紅色，即為滴定終點。



五、實驗結果及數據分析

討論一 探討不同廠牌竹筷在純水及鹽水的二氧化硫殘留量 (以碘滴定法)

根據實驗結果



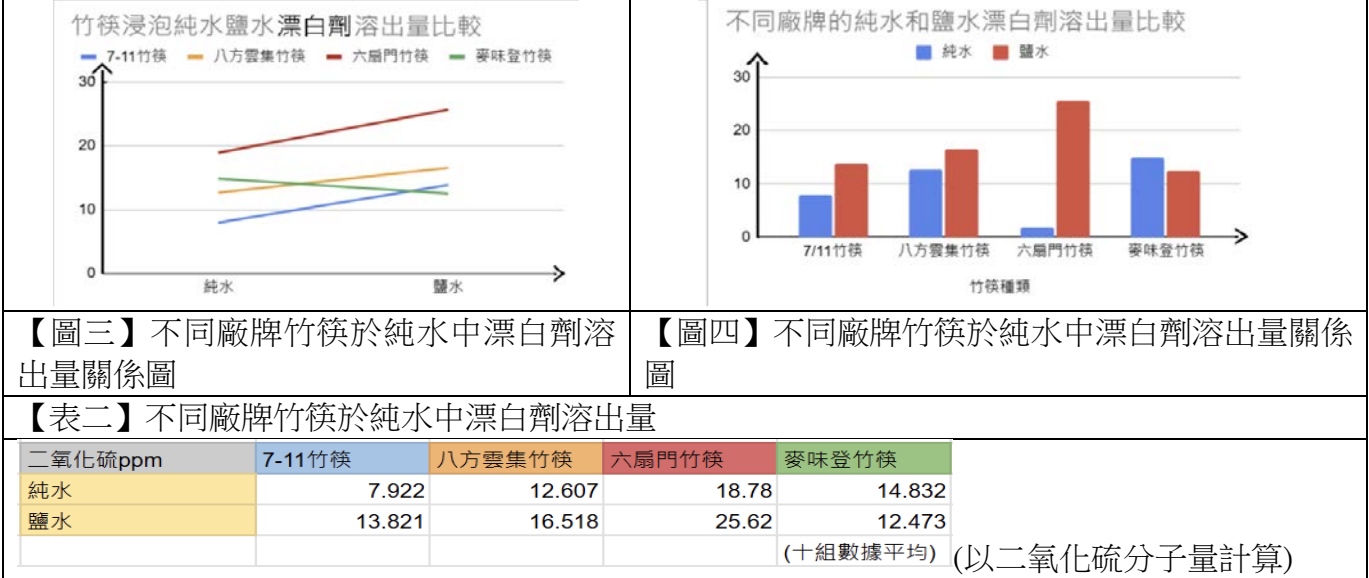
【表一】不同竹筷浸泡在純水和鹽水中之二氧化硫溶出量差異

二氧化硫ppm	Seven	八方	六扇門	麥味登
純水組	3.521	9.391	5.673	5.282
鹽水組	1.957	6.652	4.108	3.717
純水組標準差	1.173	1.017	0.897	1.553
鹽水組標準差	0.678	1.477	0.587	2.061
(十組數據平均)				

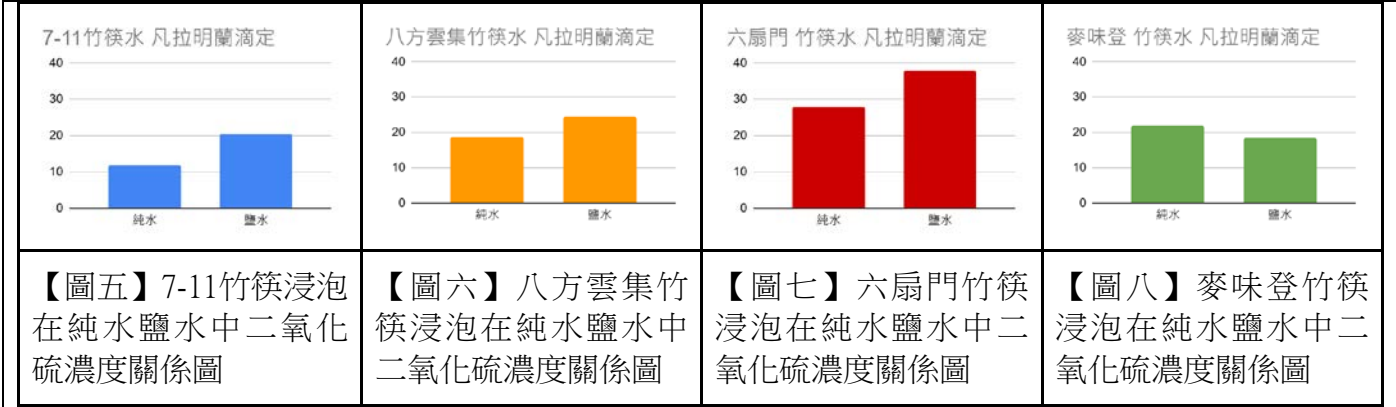
由【圖一】、【圖二】、【表一】中可以看到，浸泡在純水中，7-11的筷子所溶出的二氧化硫最少，八方雲集竹筷第二，麥味登竹筷第三而六扇門竹筷最多，故推測六扇門的筷子中有較多的漂白劑存在。然而，浸泡在鹽水中，整體二氧化硫溶出量有下降趨勢，而排序仍維持7-11最少，八方雲集竹筷第二，麥味登竹筷第三而六扇門竹筷最多。

討論二 探討不同廠牌竹筷在純水及鹽水的漂白劑殘留量 (以Ce(IV)-variamineblue方法)

實驗數據

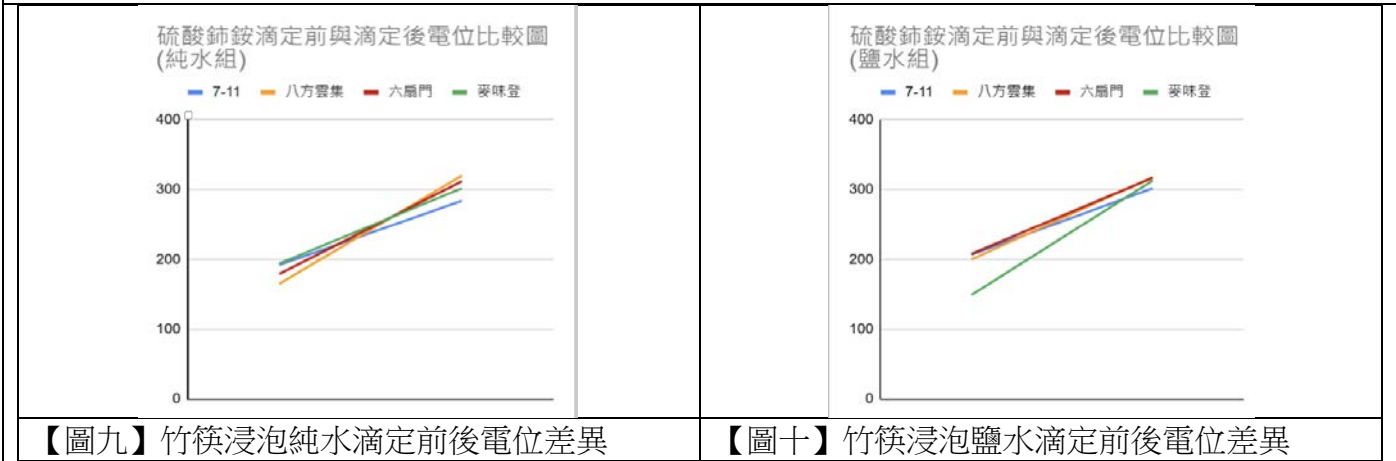


由【圖三】、【圖四】、【表二】可知，浸泡在純水中，7-11筷子所溶出的漂白劑最少，八方雲集竹筷第二，麥味登竹筷第三而六扇門竹筷最多，故推測六扇門的筷子中有較多的漂白劑存在。



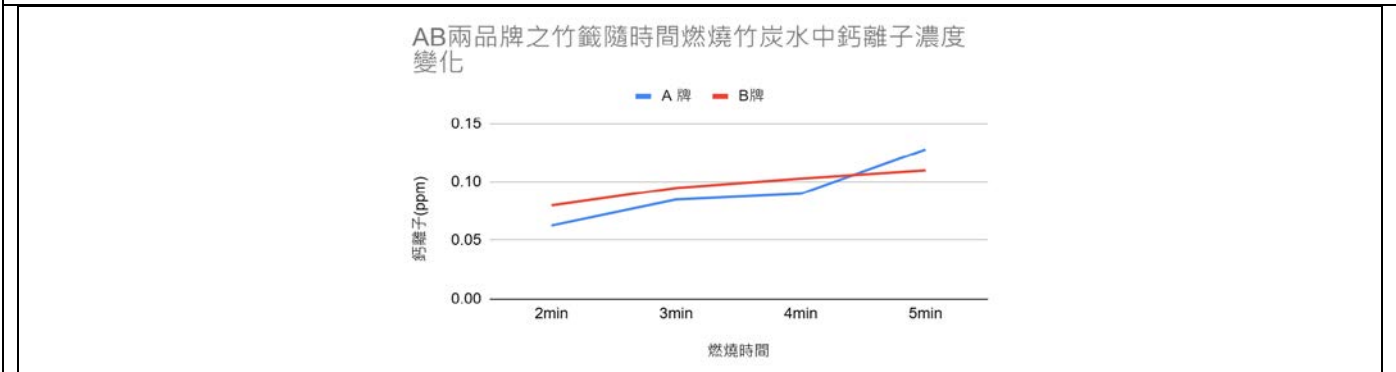
從圖【圖五】、【圖六】、【圖七】、【圖八】可知，以整體趨勢來說所有品牌的鹽水組數值都高於純水組。其中麥味登的竹筷水純水氧化劑含量大於鹽水水溶液中氧化劑的含量。另一方面，六扇門整體的氧化劑含量大於八方雲集和7-11。

討論三 探討竹筷水經用法滴定前後電位差異



由【圖九】可知，從純水組來看，所有品牌的電位隨滴定進行呈現上升趨勢，其中 7-11 的電位略低，其他品牌則較為接近。而在鹽水組中，整體電位較純水組高，顯示鹽水可能影響了滴定反應，其中麥味登的電位明顯較低，與其他品牌的變化趨勢有所不同。

討論四 探討定量竹籤經火烤製成竹炭水之鹼度與鈣離子含量並分析其醋酸生成



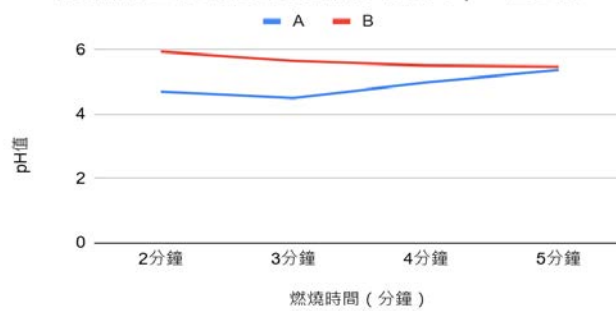
【圖十一】AB兩品牌之竹籤隨時間燃燒竹炭水中鈣離子濃度變化關係圖

【表四】AB兩品牌之竹籤隨時間燃燒竹炭水中鈣離子濃度變化表

單位ppm	2min	3min	4min	5min
A 牌	0.063	0.085	0.09	0.128
B 牌	0.08	0.095	0.103	0.11
(十組數據平均)				

從【圖十】【表四】可知，兩種品牌的竹炭水中的鈣離子濃度有隨時間上升之趨勢，與假設相符。而在燃燒四分鐘前，A牌竹籤所製竹炭水中鈣離子含量較B牌少，而在燃燒5分鐘後A牌鈣離子則比B多。

AB兩品牌之竹籤隨時間燃燒竹炭水pH值變化



【圖十二】AB兩品牌之竹籤隨時間燃燒竹炭水pH值變化關係圖

【表五】AB兩品牌之竹籤隨時間燃燒竹炭水pH值變化表

pH值	2分鐘	3分鐘	4分鐘	5分鐘
A	4.71	4.5	4.99	5.38
B	5.95	5.66	5.52	5.48
				十組數據平均

【圖十三】【表五】A、B牌竹籤在燃燒3分鐘時pH最低，而A牌竹籤在經過3分鐘後有pH值增加趨勢，B牌則持續下降。

六、結論與生活應用

結論一：綜合碘量法與Ce(IV)-variamine blue滴定法的測定結果，7-11的竹筴在純水與鹽水中均釋出最少的二氧化硫與漂白劑，顯示其使用的漂白劑含量最少，為各品牌中相對較安全者；而六扇門的竹筴無論在何種溶液中均釋出最多的二氧化硫與氧化劑，推測其含有較多漂白劑，可能對健康有潛在風險，建議消費者選擇釋出漂白劑量較低的竹筴品牌「7-11」，以降低潛在健康風險。

此外，鹽水對二氧化硫的溶出有抑制作用，但在Ce(IV)-variamine blue滴定法中整體漂白劑含量反而上升，顯示不同測定方法對漂白劑檢測具互補性。而比較Ce(IV)-variamine blue滴定法和碘量法，以Ce(IV)-variamine blue滴定法所測得的漂白劑濃度高於碘量法，說明其對多種氧化型漂白劑更靈敏，但因無法明確判定漂白劑種類，故以二氧化硫作為統一換算依據。電位變化實驗也支持滴定反應的進行，顯示不同品牌間的漂白劑釋放量與反應行為有所差異，其中7-11表現最穩定，而麥味登在鹽水中反應異常，可能有特殊成分干擾。

結論二：根據討論四可以得知在燒四分鐘前，A牌竹籤所製竹炭水中鈣離子含量較B牌少，而在燃燒5分鐘後A牌鈣離子則比B多。顯示A牌竹籤在初期釋出鈣離子的能力較弱，但在後期釋放鈣離子的趨勢較強。已知竹筴乾餾會產生醋酸，我們將【圖十一】對應到【圖十】，可知A牌竹籤的A、B牌竹籤在燃燒3分鐘開始產生醋酸。而A牌pH上升程度較為明顯，故推測A牌竹籤在燃燒3分鐘前產生醋酸導致酸性減弱而pH上升；而B牌則在燃燒2分鐘到5分鐘之間持續產生醋酸，抑制了pH的上升。由此可推論，「A牌竹籤醋酸生成速率較快，時間較短；而B牌則生成速率慢，時間較長」，因此A牌竹籤較適合用在短時間(炭烤少於3分鐘)的燒烤例如考棉花糖等；而B牌竹籤較適合使用在像烤肉這類長時間燒烤(炭烤時間大於5分鐘)。

七、參考資料

1. 嵌合筴。(無日期)。 <https://reurl.cc/A2L20K>
2. 武岫農甫。(無日期)。 <http://www.wuxiu.com.tw/magic>
3. 農業知識入口網。(2013/8/26)。 <https://reurl.cc/M6nYlv>
4. 農業部林業試驗所。(2021/02/20)。林業資材與木竹炭多元應用技術開發之研究。 https://www.tfri.gov.tw/News_Content2.aspx?n=7490&s=9109
5. 農業部林業及自然保育署。(2007)。竹炭用於飲用水質改良之研究 <https://www.forest.gov.tw/research/0000550>
6. 國立臺灣大學。(無日期)。錯鹽滴定及統計數據的分析處理。頁28-30、35-37。 <https://reurl.cc/KLE4p>
7. 硫酸銨鉍。維基百科。 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A1%AB%E9%85%B8%E9%93%88%E9%93%B5>