

2023 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：流言大揭密-濾水器的探究

一、摘要

水是不可缺少的生命要素，網路上有多種自製濾水器的方法，透過蒐集生活中不用的寶特瓶，墊上紗布、加入活性炭，就可以過濾出可以喝的水。然而，網路上的這些方法真的可行嗎？

我們透過查詢網路上相關資料，利用寶特瓶、活性炭、石英砂與紗布，透過調換順序，做出過濾效果最佳的基礎款濾水器，並加入咖啡渣或小石頭與樹葉，並且準備三種不同的水：自來水（對照組）、泥巴水（模擬河川中的水）、加入粉筆灰（模擬硬水）以及漂白水（模擬家廢用水），分別倒入簡易版自製濾水器中，並觀察其過濾結果。

透過實驗我們發現最基礎的濾水器以活性炭在上，石英砂在下的過濾效果較佳，但在過濾漂白水時，我們所添加的活性炭與石英砂過濾氯的量已達最大值，因此變化不顯著；而加入咖啡渣後，淨水效果明顯較未加入咖啡渣要好，因此可以證實咖啡渣對於淨水有一定的功效；最後是加入樹葉與小石頭後，我們推測是因為這些原料本來就含又大量雜質，清洗不易，違背我們最一開始「簡易」的初衷，因此未對此實驗組繼續進行測試。

由此次實驗，我們得出了最佳的濾水器組合：顆粒活性炭在上，磨碎的活性炭置中，石英砂在下並在最上層加入咖啡渣。雖然淨水效果無法完全比擬家庭用濾水器，但對於資源相對落後、不易取得乾淨水源的地方已經綽綽有餘。

二、探究題目與動機

生命基本三要素：陽光、空氣和水，這些是亙古以來使人們生存的必要條件。但隨著全球化與科技革新帶來的負面影響，許多地區的人們無法直接取得乾淨的水源，根據世界衛生組織（WHO）提供的相關數據，每年大約有 21 億人沒有安全的飲用水源，每年因為不潔水源而致死的人數居高不下，甚至超過因暴力事件（如：戰爭）而死亡的人數。

在這樣的背景之下，我們萌生了「自製濾水器」的想法。我們於網路查詢相關資料與閱讀相關書籍，發現製作方法及材料有很多種，我們好奇是否這些材料真的能達到過濾的效果，於是我們想透過實際操作與數據探討來探究這些材料的淨水效果，並在最後探究出最簡便、淨水效果佳的簡易濾水器。

三、探究目的與假設

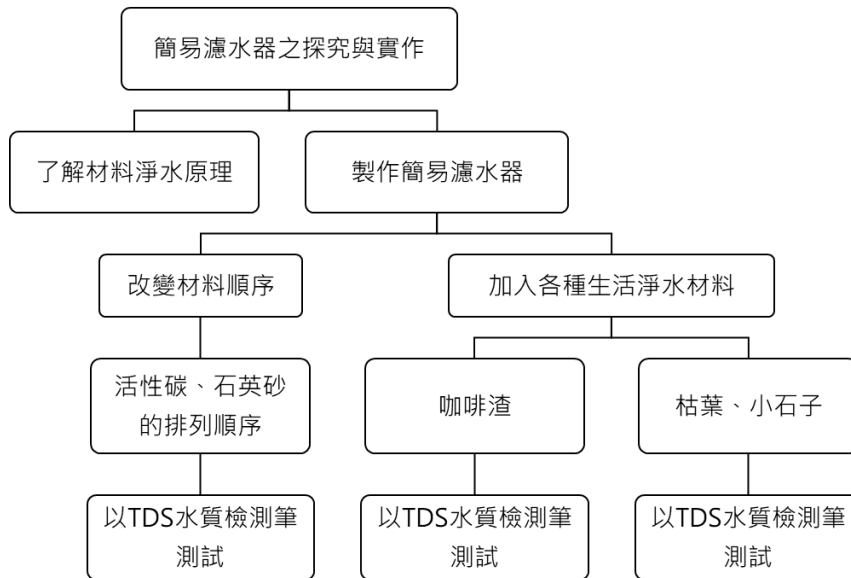
- 一、認識並了解網路上各種材料能淨化水質的原因。
- 二、探討材料的排列順序、以及那些生活中常用的材料能達到淨水的效果。
- 三、探究出簡易、淨水效果佳的自製濾水器。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 研究設備及器材

寶特瓶、紗布、棉繩、燒杯、TDS 水質檢測筆、水質檢測試紙、活性炭、石英砂、咖啡渣、枯葉、小石子、粉筆、漂白水

(二) 研究方法及流程



圖一 研究方法及流程圖

1. 實驗（一）：為了驗證網路上的自製濾水器是否真的具備淨水效果，我們挑選了幾種材料作為基礎實驗基底：活性炭粒、石英砂、紗布。由於網路上的各種資料、相關書籍皆未提及填充物排列順序是會造成影響，於是我們想先探討活性炭與石英砂的排列組合是否會影響淨水效果。
2. 實驗（二）：我們會取實驗（一）淨水效果較佳的實驗組作為實驗（二）的對照組，分別加入枯葉及小石子、咖啡渣，除了驗證網路上的資料，也從中探究我們生活中的材料的其他功效。
3. 本次實驗會以四種不同液體作為淨水的測試用水：自來水、泥巴水（泥土+自來水，模擬河川水）、粉筆水（粉筆+去離子水，模擬硬水）、漂白水（清潔用漂白水+去離子水，模擬家用廢水）。
4. 記錄 TDS 水質檢測筆之數據，並運用檢測試紙等器材加以分析，探討網路上訊息的真假，並統整出簡易又有效的自製濾水器。

(三) 研究過程

1. 蒐集資料，了解材料淨水原理

(1) 活性炭：活性炭是將前置材料（例如：煤碳、石油等）進行熱分解，釋放材料水分，再經過碳化、活化程序而製成。因為活性炭的結構猶如海綿般，表面具有許多肉眼看不見的小孔洞，因此產生吸附雜質之能力。

- (2) 石英砂：石英砂的作用是可以吸附水中已經成絮狀的雜質，透過沉降和吸附作用，達成淨水目的。
- (3) 咖啡渣：來自義大利的研究團隊發現，由於咖啡渣中含有脂肪酸、多酚等成分，所以其與活性碳一樣有淨水的作用，而研究顯示咖啡渣能除去水中 99% 的鉛離子和汞離子。
- (4) 小石子、枯葉：網路上有人利用此類材料作為淨水材料，但並沒有明確的文獻擁有相關研究。
- (5) TDS 水質檢測筆：TDS 水質檢測筆用於檢測水中的固體量，其數值單位為 ppm，毫克/升，表達一升的水中有多少毫克的溶解性總固體，且 TDS 數值愈小，表示水質愈佳。我們以下的實驗皆會使用同一支 TDS 水質檢測筆作為測量工具。

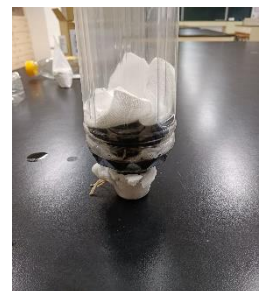


圖二 TDS 水質檢測筆說明



圖三 TDS 水質檢測筆數值說明

2. 實驗裝置：首先將寶特瓶的底部切除，如圖二，並將寶特瓶瓶口以紗布包裹住，用棉繩固定，如圖三。接著將切割下的寶特瓶底部作為測量工具，量取兩杯活性碳，一杯磨碎，如圖四、五。磨碎活性碳在下，塊狀活性碳在上，與一瓶蓋的石英砂分別堆疊出不同實驗組（不同材料間以紗布作區隔），如圖六。



圖四 寶特瓶切割 圖五 紗布包裹固定 圖六 量測活性碳 圖七 磨碎活性碳 圖八 堆疊出實驗組

3. 實驗（一）改變材料順序：比較實驗組 A（石英砂在上，活性碳在下）與實驗組 B（活性碳在上，石英砂在下）兩組實驗組的淨水效果差異。

表一 改變材料順序過濾不同水溶液的 TDS 數值 (單位 : mg/L)

	原始數據	實驗組 A	實驗組 B
自來水	66	57	45
泥沙水	307	215	103
漂白水	2290	635	745
粉筆水溶液	1360	1080	923

4. 實驗 (二) 加入生活淨水材料 : 從第一個實驗結果發現 , 實驗組 B 的淨水效果較佳 , 所以我們以實驗組 B 作為第二個實驗基礎 , 並添加咖啡渣及枯葉、小石子 , 分別製成實驗組 C 和實驗組 D , 並以是否添加作為比較基準。

表二 添加生活淨水材料 (咖啡渣、枯葉及小石子) 過濾不同水溶液的 TDS 數值 (單位 : mg/L)

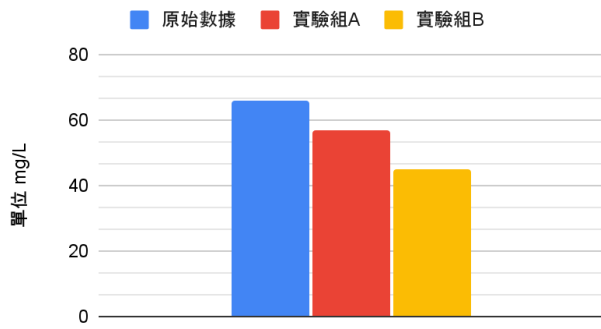
	未添加	添加咖啡渣	添加枯葉及小石子
漂白水	635	1150	---
粉筆水溶液	923	598	1280

(因枯葉及小石子的淨水效果在粉筆水溶液已呈現出不佳的過濾效果 , 故沒有對其進行漂白水測試。)

(四) 研究分析

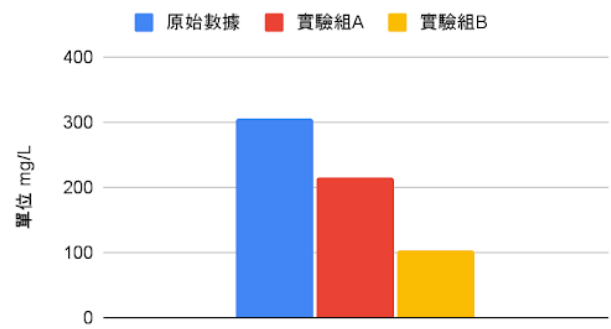
1. 在圖九、十、十二中可以發現 , 實驗組 A、B 皆具過濾效果 , 其中又以實驗組 B (活性碳在上 , 石英砂在下) 的過濾效果更佳。但在圖十一中 , 實驗組 A 的過濾效果擇優於實驗組 B , 我們認為本次實驗中所添加的活性碳及石英砂的量 , 可過濾氯的效果已達最大 , 因此實驗組 A、B 的結果與其他組不同 , 但由於圖九中實驗組 A 與 B 的差距不大 , 故我們推測排列順序對氯之過濾不具太大的影響。
2. 於圖十三、十四中可以看到 , 有添加咖啡渣的實驗組 C 的過濾效果明顯優於未添加咖啡渣的實驗組 B , 由此可推測咖啡渣具有不錯的淨水功效。
3. 從圖十五中可以發現 , 添加枯葉及小石子的實驗組 D 的 TDS 數值反而高於實驗組 B , 我們推測我是枯葉及小石子原本就有大量雜質 , 不容易洗淨 , 就算洗淨也需耗費大量淨水 , 不符合我們製作簡易濾水器的初衷 , 所以我們認為其不適合作為良好的淨水材料 , 也因此沒有對實驗組 D 進行後續的測試。
4. 實驗組 A、B、C 皆有淨水的效果 , 且原始水質愈髒 , 淨水效果愈顯著。

不同材料順序過濾自來水之 TDS 數值



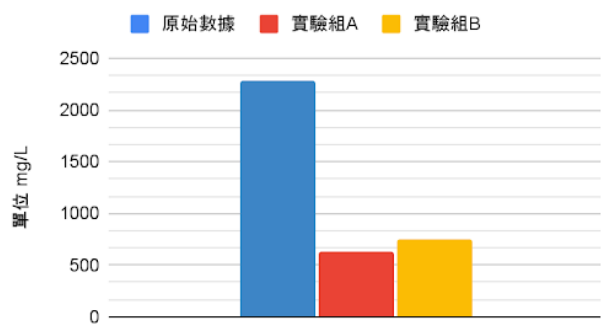
圖九 不同材料過濾自來水之 TDS 數值長條圖

不同材料順序過濾泥沙水之 TDS 數值



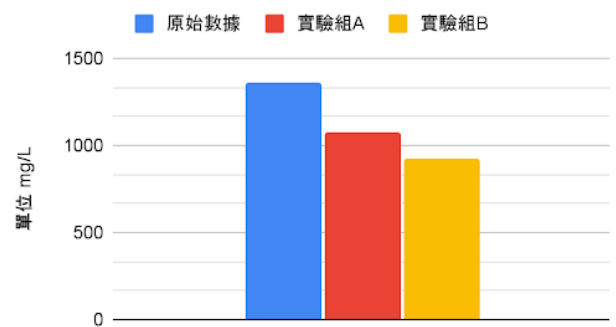
圖十 不同材料過濾泥沙水之 TDS 數值長條圖

不同材料順序過濾漂白水之 TDS 數值



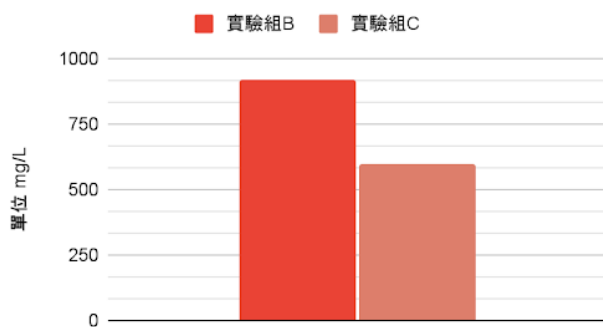
圖十一 不同材料過濾漂白水之 TDS 數值長條圖

不同材料順序過濾硫酸鈣水溶液之 TDS 數值



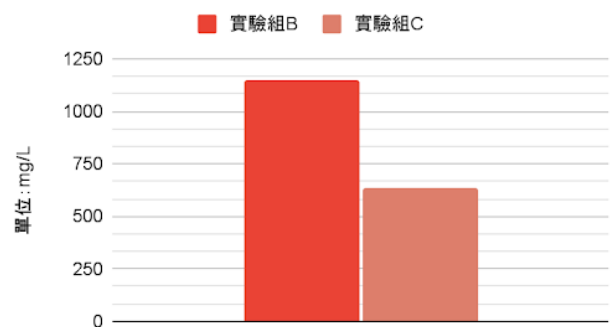
圖十二 不同材料過濾硫酸鈣水之 TDS 數值長條圖

是否添加咖啡渣之過濾硫酸鈣水溶液的 TDS 數值



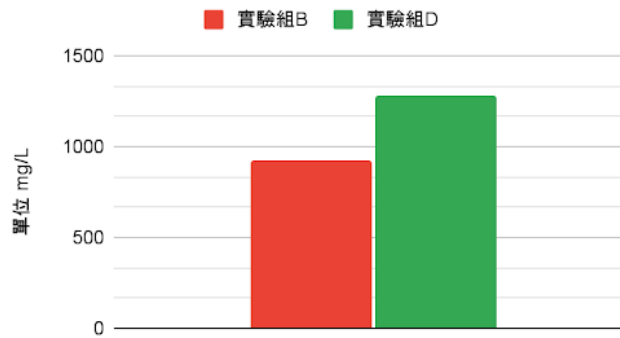
圖十三 添加咖啡渣過濾硫酸鈣水之 TDS 數值長條圖

是否添加咖啡渣之過濾漂白水的 TDS 數值



圖十四 添加咖啡渣過濾漂白水之 TDS 數值長條圖

是否添加枯葉、小石子之過濾硫酸鈣水溶液的TDS數值



圖十五 添加枯葉、小石子過濾硫酸鈣水之 TDS 數值長條圖

五、結論與生活應用

(一) 結論

1. 活性碳、石英砂、咖啡渣皆是有效的過濾材料，枯葉及小石子則不具良好之過濾效果。
2. 我們發現以活性碳在上，石英砂在下的組合過濾能力較佳。
3. 我們推測活性碳及石英砂對於氯之過濾效果已達該量的最大值，因此實驗組 A、B 的結果與其他實驗組不同，但兩者差距不大，故我們推測排列順序對氯之過濾不具太大的影響。
4. 我們發現以咖啡渣+活性碳粒+磨碎的活性碳+石英砂，並以紗布區隔各種材料之搭配擁有最佳的淨水效果。

(二) 生活應用

1. 利用生活中隨手可得的資源，製造出具有一定淨水效果的濾水器，在野外求生時可搭配其他方法一起使用，例如：煮沸過濾後的水再飲用等方法。
2. 雖然自製的濾水器一定比不過家用濾水器，但針對野外求生、不易取得乾淨水源之地區已經是綽綽有餘了，了解淨水材料的種類和其淨水的基本原理才是未來發展簡易濾水器的根本之道。

參考資料

1. 揚京快客 (2020 年 10 月 27 日)。活性碳的應用。<https://reurl.cc/Rv8WEe>
2. 揚京快客 (2020 年 10 月 27 日)。石英砂的功能。<https://reurl.cc/a1RL87>
3. DaMan Staff (2018 年 7 月 23 日)。【長知識】咖啡渣裡的化學奧祕-小渣也能立大功！<https://reurl.cc/0EQ9IA>]
4. 普得淨水。2022 年 9 月 30 日。<https://reurl.cc/GeQLWd>
5. 科學實驗王 37 溶劑與溶質。Story a。2017 年 4 月 7 日。三采文化。p125~p133