

# 2023 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： 前進非洲 - 「備」水一戰

### 一、摘要

本團隊透過實驗，尋找如何製作平價之淨水壺，並提供充電式紫外線消毒代替煮沸法，用於野外取水能安全生飲為目標，使總菌數檢測符合食品安全衛生管理法之包裝飲用水陰性標準。因為即使是過濾後的水，仍存在肉眼看不見病原體，例如：寄生蟲卵、水蛭、大腸桿菌等。有害的菌株會引起腸胃道症狀，如腸胃炎、腹瀉，嚴重時甚至出現腸道出血、血便、急性腎衰竭，甚至死亡。研究過程採 3M™ Petrifilm™ 進行總菌數檢測，確保紫外線消毒之水源乾淨無菌。並將相關研究實作成裝置，融入續電能力，主攻小巧便於攜帶，材料便宜，以突顯一般市售大廠之動則數萬元昂貴大型濾水器之不同。符合聯合國永續發展 SDGS 中，第六項「淨水及衛生」與第七項「可負擔的潔淨能源」指標為研究核心。

### 二、探究題目與動機

在旱荒中求生，最重要的莫過於維持生命的水。人體約 70% 由水組成，如果喪失 10% 水分時便會感到不適，而喪失 20~25% 時就會對生命帶來危險。少了水，人體機能便很難正常運作。根據聯合國兒童基金會及世界衛生組織統計，全球有 6.63 億人口缺乏乾淨飲用水。當缺乏乾淨的飲用水，會導致傳染疾病散播，病痛纏身。由於極端氣候，乾旱連年，在撒哈拉沙漠以南的非洲仍有超過四分之一人口無法使用安全清潔的飲用水。我們可以響應世界展望會號召，以「一杯乾淨水，讓孩子生命不再乾涸」為目標，關懷缺乏乾淨水而面臨生命危險的兒童，幫助非洲貧窮家庭能在可負擔下，享有衛生濾水設備與供水系統，可以獲得乾淨、安全的飲用水，維護兒童健康。本團隊將探究方向鎖定「如何製作出便宜又安全的濾水壺」，提供缺水地區使用，我們將題目設定為「前進非洲-備水一戰」。淨水壺(器)元件設計，也希望整體符合環保之效能，除了採用回收素材再製，電源部分也可蓄電為目標。期望能符合聯合國永續發展 SDG 6 淨水及衛生與 SDG 7 可負擔的潔淨能源，兩項重要指標。

### 實驗執行起訖

	執行日期	執行項目	執行內容
1	2021/12 月	關注水資源議題	建組團隊進行議題討論
2	2022/01 月	蒐集資料與文獻探討	團隊進行濾水淨水文獻探討
3	2022/05 月	跨國聯繫與確認研究	與奈及利亞籍友人進行討論
4	2022/08 月- 2023/2 月	實驗與研發-過濾實驗、 殺菌紫外線燈電路板製 作	測試濾水、殺菌實驗 製作紫外線燈電路板
5	2023/07 月	資源整合與跨國運送	委請奈及利亞友人運送非洲

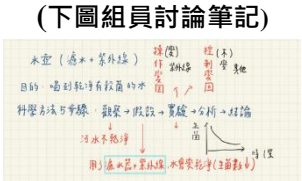
### 三、探究目的與假設

#### 1 探究目的-

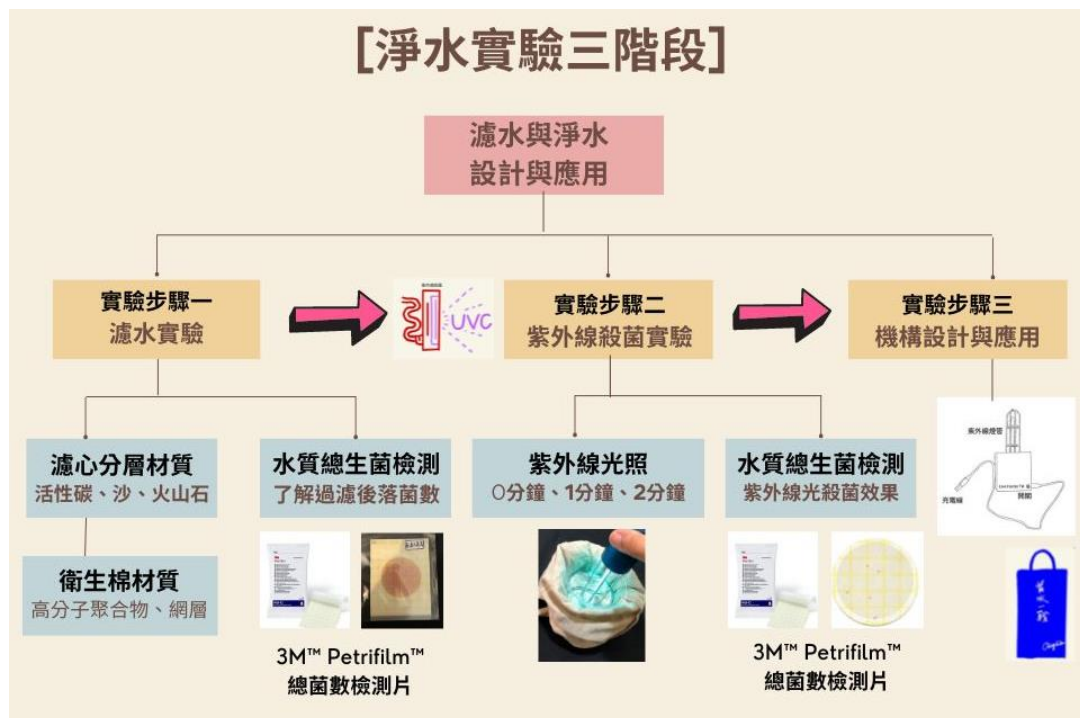
- (1)探究透過實驗了解石材與衛生棉，何者為便宜有效的濾水設備，可以進行生活應用。
- (2)透過紫外線 UVC-254nm 光照進行水中殺菌，可以應用在淨水設備研發中。

#### 2 實驗假設-

觀察	<ul style="list-style-type: none"> <li>市售濾水器造價昂貴</li> <li>石材與衛生棉都具備濾水效果</li> </ul>
假設	<ul style="list-style-type: none"> <li>衛生棉濾水效果佳，便宜並易於取得。</li> <li>紫外線UVC-254nm能殺死水中病原體。</li> </ul>
實驗	<ul style="list-style-type: none"> <li>衛生棉包活性碳濾水功能佳，加壓後效率快，取得便捷，造價比市售濾水器便宜。</li> <li>紫外線光照充分殺菌，48小時菌落數0。</li> </ul>
分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>自製衛生棉條包活性碳過濾效果佳，自製紫外線燈能充分殺菌。</li> <li>根據3M™ Petrifilm™ 菌落培養，紫外線殺菌2分鐘的過濾水，可以維持48小時無菌落。</li> </ul>
結論	<ul style="list-style-type: none"> <li>自製衛生棉條包活性碳可以做為過濾濾芯。</li> <li>自製紫外線燈UVC-254nm具有殺菌效果。</li> </ul>



#### 【淨水實驗三階段】



## 四、探究方法與驗證步驟

### 步驟一 濾水實驗

**1 實驗目的：**透過實驗，從生活中尋找適當濾水材質，能將水中雜質濾淨。並考量材料取得容易，價錢便宜，成效良好。以石材滴漏與衛生棉穿透作為比較。

**2 實驗觀察：**市售水族店有相當多濾材，我們選用常用的石材-海砂、麥飯石、火山石、活性碳分層鋪墊進行滴漏研究，與由棉質、不織布、高分子聚合物組成的衛生棉，加入活性碳，進行水質加壓過濾比較。

**3 實驗假設：**活性炭有吸附水中雜質的特性，於是石材組與衛生棉組都有加入活性炭，當作過濾元素。兩相對照，雖然都有過濾雜質效果，但是時間效果差異很大。由於石材組為滴漏法，衛生棉組使用塑膠瓶加壓，衛生棉組濾水速度較快。

#### 4 實驗方法：

(1)控制變因-實驗中的混濁水濁度。

(2)操作變因-石材滴漏 v.s.衛生棉過濾加壓。

(3)應變變因-使用哪一組過濾濾芯能快速有效率完成 50 c.c.濾水。

實驗一	石材組	衛生棉組
過濾濾芯	海砂、麥飯石、火山石、活性碳	綿、不織布、高分子聚合物、活性碳
實驗方式	採石材滴漏法	採衛生棉水瓶加壓法
實驗結果	50 c.c./一小時	50 c.c./5 分鐘

#### 5 實驗紀錄：



①利用回收瓶製作過濾器，濾材分層(活性碳、麥飯石、細沙小石)過濾髒水



②活性炭與麥飯石濾材間要鋪設濾網，防止活性炭細粉掉入過濾水中。



③我們將活性炭過濾裝置縮小，但 50 c.c.要兩小時，耗時且不切實際。



④將衛生棉拆開，撕掉防水背膠，捲入活性炭，用外包裝的不織布包覆固定。



⑤衛生棉形成簡易型過濾頭，便宜又好用。



⑥衛生棉中間捲入活性炭效果非常好，50 c.c.經過水瓶加壓，僅需要五分鐘。

## 6 實驗結論：

- (1)【**活性炭碎石滴漏**】**X**選用活性炭與碎石濾材，雖有不錯過濾效果，但是耗時缺乏效率，決定不採用。
- (2)【**衛生棉濾芯之加壓水壺**】**O**偶然間發現將衛生棉捲起是非常好的濾材，再衛生棉中捲入活性炭，活性炭的過濾原理是「吸附」雜質，吸附水中有機物，如農藥、三鹵甲烷、臭味分子等。由超濾膜水壺之靈感，透過擠壓可以快速出水，我們回收寶特瓶，透過加壓給水，快速過濾，提升速度。

## 步驟二 紫外線殺菌實驗

1 實驗目的：觀察活性炭衛生棉的過濾水，經由自製紫外線照射後，落菌數的變化





2 實驗觀察：過濾後未經紫外線殺菌的水，經檢 3M™ Petrifilm™ 試紙檢測，在室溫 28~32 度 C 中，於六小時後，肉眼可見菌落生成。

3 實驗假設：經自製紫外線光照射不同的時間，即可降低水中生菌數，經兩分鐘光照的過濾水，48 小時後仍未有菌落生成。

### 4 實驗方法：

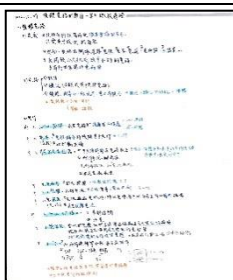
- (1)控制變因-使用自製紫外線燈管消毒，將燈管入水進行水中殺菌實驗。
- (2)操作變因-分別進行 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘殺菌，尋找出最佳殺菌時間。
- (3)應變變因-將過濾水分成三組，分別使用紫外線照射 0 分鐘、1 分鐘、2 分鐘，透過落菌數培養，使用 3M™ Petrifilm™ 總生菌數快檢片，觀察紫外線照射時間對落菌數的影響。



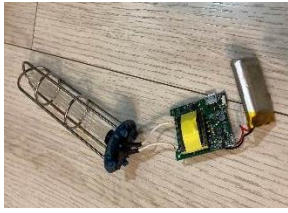
自來水	UVC 光照 0 分鐘	UVC 光照 1 分鐘	UVC 光照 2 分鐘
			
48 小時 0 菌落數	48 小時菌落遍布	48 小時菌落分布情形	48 小時 0 菌落數

## 5 實驗記錄：

- ① 電學筆記：跟老師學習電學知識，詳記紀錄原理
- ② 學習檢測設備與焊接電路等技術。
- ③ 接電路板與電池，利用廢料製作紫消燈的握把。



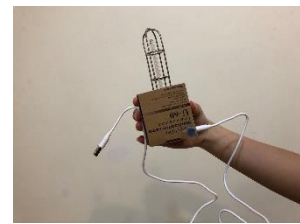




④組裝電路板、電池與紫消燈。



⑤機構設計、電線配置



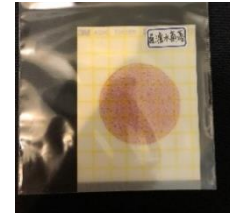
⑥外觀設計、充電裝置



⑦紫消燈入水測試，外部用提袋隔絕以保護眼睛。



⑧使用 3M Petrifilm 總生菌數快檢片(48 小時測試)



⑨未經過紫外線消毒的水，24 小時後呈現大量菌落數。

## 6 實驗結論

將 3M Petrifilm 總生菌數檢測片靜置 48 小時，觀察落菌數的變化，如圖所示發現沒有觀察到有落菌數的分別為-對照組「自來水」和「照射 2 分鐘的實驗組」。而照射 1 分鐘的實驗組，總落菌數如圖所示有許多紅點分佈。藉由實驗觀察得知，將紫外線光照時間拉長，可以降低水中細菌的生長。



## 步驟三 機構設計圖與生活應用

機構設計說明：水壺裝置設計與蓄電裝置→生活應用

- (1)裝置的前半段含有 Switch 開關以及資料傳輸線的接孔，主要負責裝置的驅動與否以及電源的供應。當 Switch 切換至 ON 時，整體電路形成通路。電流經過電阻時進行分流的動作以控制部分電路電壓與電流的比例。
- (2)二極體以及電容除了讓電路電流得以單向導通及儲能之外，也提供了電路整流以及濾波的特性。而 IC 中的邏輯閘則判斷了電路中高電位以極低電位的訊號，或是二進位的 1/0，從而實現邏輯運算。
- (3)經過變壓器升壓後便可驅動紫外線燈管；若使用聚合物電池當供電元件，則需使用 3.7V。而我們可以從設備規格得知，輸入電壓為 5V，燈管的功率為 5W。



手繪產品說明書



手繪專屬集水包



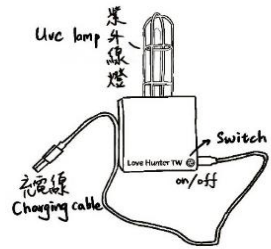
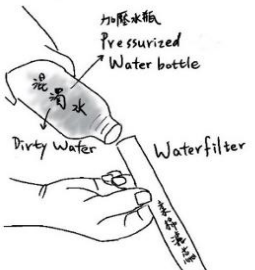

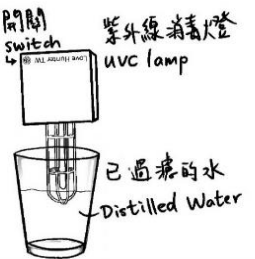

整組完整作品

## 五、結論與生活應用

自製手繪說明書分為六個步驟，中英對照。

### 使用說明書 User Guide

過濾殺菌水壺，操作時請按照步驟進行。The following is a filter and sterilization kettle designed by Love Hunter TW. Please follow the steps for operation.

<p>1. 包裝內容物。Package contents</p> 	<p>2. 使用前請將紫外線消毒燈充電。Charge the UVC lamp before using.</p> 
<p>3. 將髒水裝入瓶子塞入濾心。Fill the bottle with dirty water and plug the water filter into the hole.</p> 	<p>4. 髒水透過擠壓與過濾，進入回收瓶中。Dirty water is pressurized and filtered into the recycled bottle.</p> 
<p>5. 將已充電的紫外燈開啟，放入水中並進行消毒。操作時，務必將其放入收納袋中，避免UVC光傷害你的眼睛。Turn on the charged UV light and put it into water for disinfection. When operating, be sure to put it in the storage bag to avoid UVC light from harming your eyes.</p> 	<p>6. 消毒水 2 分鐘，即可飲用。You can drink it after sterilizing the dirty for two minutes.</p> 

### 參考資料

- 劉純如(2008)。廢水以紫外光消毒自動監控之研究。國立聯合大學環境與安全衛生工程學系碩士論文，未出版，苗栗市。
- 吳易霖(2022)。應用紫外線發光二極體於不同流道設計水殺菌器之研究。台北科技大學製造科技研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 許復盛(1997)。紫外線及鹽浴用於循環水養鰻系統上之殺菌作用。國立海洋大學水產養殖學系碩士論文，未出版，基隆市。
- 王柏楊(2018)。一般家庭飲用水之活性炭淨水處理及紫外線殺菌設備探討。國立高雄科技大學電機工程系碩士論文，未出版，高雄市。