

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080819

污水大變身～讓地球水資源活起來

學校名稱：桃園縣立永順國民小學

作者：	指導老師：
小五 吳旻諺	王秋雯
小五 謝雅萱	
小五 許壬鳳	
小五 陳楷閔	
小五 藍昱博	
小五 陳昱慈	

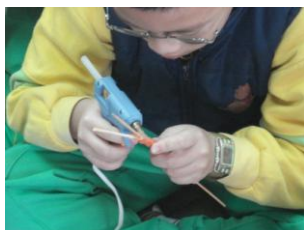
關鍵詞：永續環境、淨水處理、界面活性劑

壹、摘要

本研究主要是要探討在水資源越來越缺乏的現代社會如何為這個世界盡一點小小的貢獻？透過一系列的實驗及觀察後發現，日常生活必需的洗碗精卻有著如此不可思議的傷害，環境行動不能再等下去了，但是，只有五年級的我們真的經驗缺乏，發現自來水廠也許可以給我們更多的幫助，聯繫淨水廠的叔叔阿姨，精闢生動的解說加上實際的參觀，從加藥曝氣池、膠凝池、沉澱池、快濾池、廢水再生池，叔叔告訴我們過濾水所需要的細節，每一個步驟都有許多重要的關鍵，經過一連串的研究、實驗及參觀後，因此想到了是不是可以做一項更好玩的事情~設計一個小小淨水廠，讓家庭中的廢水也能得到重生的機會，我們也因此能為地球水資源盡一份小小的心力。



【關鍵字】 永續環境、淨水處理、界面活性劑



貳、研究動機

上學期有一次放學走在回家的路上，一個不小心，掉到了路旁的水溝，水溝黑漆漆的，充滿了惡臭，讓我全身上下都覺得非常噁心，原來這些都是我們排放出來的廢水，再加上電視新聞一直報導，台灣面臨了「缺水」危機，我們到底可以做些什麼呢？有沒有別的方法不會破壞環境？後來我們又聞到了平常媽媽洗碗後的水居然會讓綠豆很快臭到讓人無法忍受，可以想見生態環境已經受到重傷，如果我們可以藉用巧手將危害世界的兇手，經過一連串的研究與實驗後消滅於無形，不是很好嗎？因此我們想到了是不是可以做一項更好玩的事情~設計一個小小淨水廠。*相關單元：康軒版自然與生活科技五上第二單元~植物的身體

參、研究目的

- 一、調查市售清潔劑的性質－內容物及酸鹼性、洗淨力和對水質污染的程度。
- 二、為減少水污染研究不同過濾材料及過濾方法的功效。
- 三、利用各式廢棄物品設計作為家庭簡易濾水的工具~小小淨水廠。

肆、研究器材

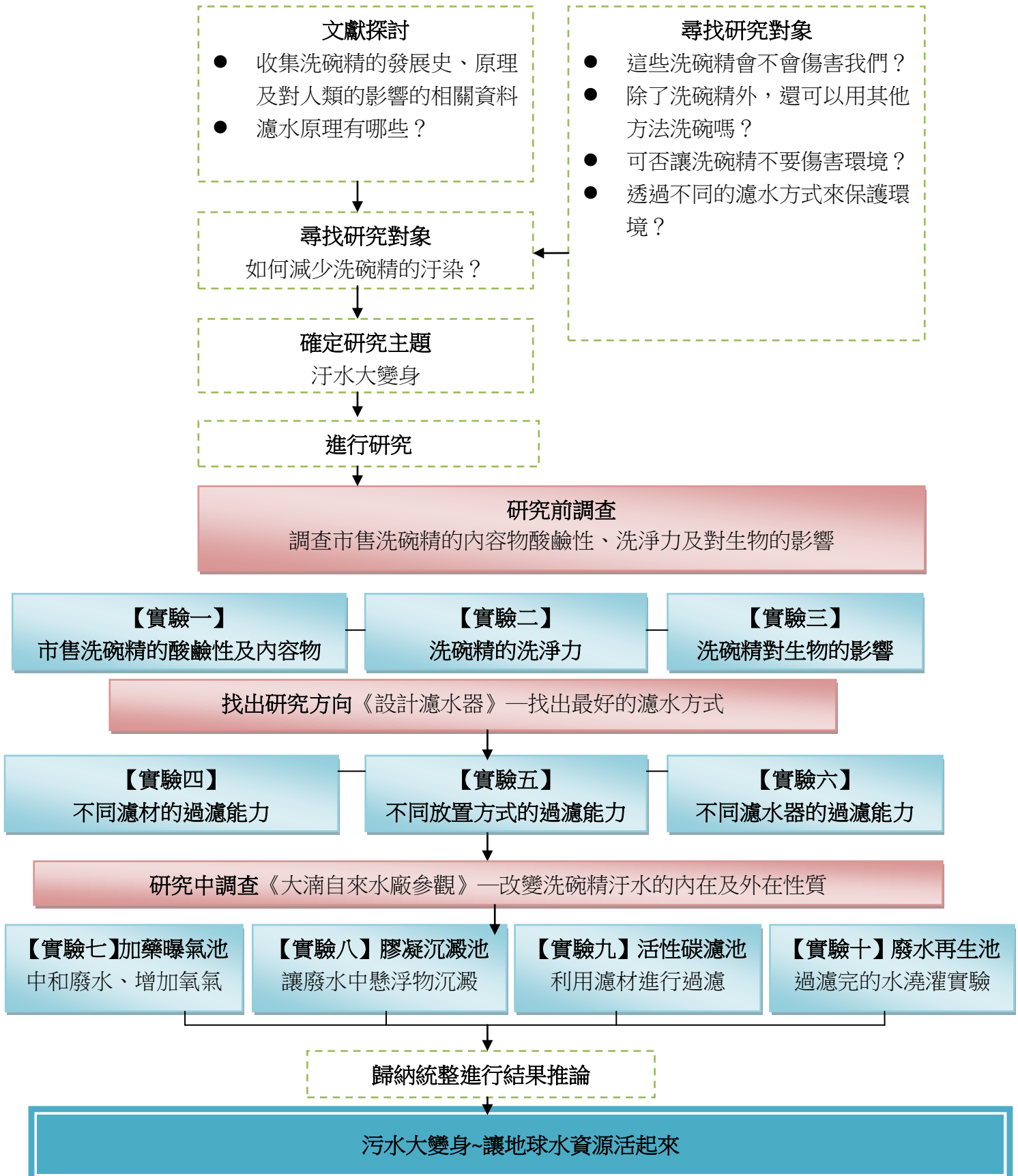
項 目		研 究 器 材	實 驗 藥 品 及 生 物
實驗 A	一	含蓋小塑膠瓶*16、標籤紙、石蕊試紙、	蒸餾水、十二種市售洗碗精水溶液
	二	塑膠湯匙*6、培養皿*1、海綿(8*5 公分)一塊、燒杯(250ml)*12、20cm*12cm 塑膠盤*12 個、衛生紙一包	芥花油*250ml、十二種不同市售洗碗精水溶液
	三	培養皿*12、綠豆*600、標籤紙、燒杯(250ml)*12、20cm*12cm 塑膠盤*12 個	十二種不同市售洗碗精水溶液、蒸餾水
實驗 B	四	標籤紙、寶特瓶 600ml*3、美工刀、A4	綠豆 300 顆、咖啡渣*500 克、麥飯
	五	塑膠盤*3、濾紙*3、洗碗精、燒杯*3、三	石*500 克、石英砂*500 克、煤炭
	六	腳架*2	*500
實驗 C	七	塑膠水族箱*4、大頭針*1、保麗龍杯*1、	醋酸 100ml、洗碗精、明礬、小蘇打
	八	竹筷子*1、滴管*1、熱熔膠及熱熔槍	粉、蒸餾水
	九	美工刀*1、竹籤*4、上皿天平	
	十	塑膠水族箱*2、大頭針*1、美工刀*1、竹籤*4、熱熔膠及熱熔槍	咖啡渣 500 克、石英砂 500 克、煤炭 500 克 水蘊草、綠蘆荊、水芙蓉、洗碗精

表 1 研究器材、藥品及所需之生物品項

伍、研究過程與方法

一、我們的研究過程與方法如下：

【表 2 研究流程圖】



二、調查工作

(一) 文獻探討：

1、清潔用品的洗淨原理：

把污穢與洗潔液之間的**界面張力降低**，利用濕潤作用與浸透作用，把污穢從表面分離，而被界面活性劑的微膠粒吸附，繼而被氣泡與攪伴的物理作用相互配合，來達到洗淨的目的。

2、市售清潔劑的性質：

大部份市售的洗碗精會利用**界面活性劑**吸附的原理讓污穢從表面分離，而越來越恐懼細菌的結果讓人們使用具有更強殺菌效果的洗碗精，結果就造成我們使用對身體有所危害的洗碗精。

3、合成界面活性劑對人類及環境的傷害：

合成界面活性劑能把皮膚的油脂與水溶合，破壞皮脂保護膜，繼而入侵做為防護壁的角質層與顆粒層。常見粗糙、指掌角皮症(富貴手)等與合成界面活性劑都有一定的因果關係，經由日本的研究指出合成界面活性劑對人體皮膚會產生下列幾個作用：1.皮膚的脫脂作用—合成界面活性劑與水的作用及物理操作，使皮脂膜受損。2.角質層的保濕物質流失，保水能力降低，有乾澀感。3.合成界面活性劑的吸著作用,使皮膚蛋白質變性。4.表皮細胞脫離作用。5.皮膚刺激作用—取決於種類、濃度之因素，對皮膚有不同層度的刺激。6.皮膚感受作用—過敏性接觸皮膚炎。7.對既存皮疹的影響—富貴手會因接觸而惡化。8.促進化學物質的經皮吸收—合成界面活性劑會破壞皮膚的障壁功能，使許多化學成份，藉機侵入皮膚內部。

4、淨水處理過程與發展歷史：

早期(十九世紀)之淨水工程，主要靠水流過緻密之砂層(所謂慢濾砂床)來達到去除細菌及濁度的目的。慢砂濾對病原菌去除之功能，史有明載。廿世紀歐美之淨水工程除了沉澱、慢砂濾外，開始使用加氯消毒，更進一步確保微生物性水質之安全。而後在北美洲為處理高濁度表面水所發展之混凝、沉澱、快砂濾(所用之

中華民國第 51 屆中小學科學展覽－汗水大變身~讓地球水資源活起來
濾砂粒徑較慢濾池所用者為粗，而濾速較快)，因單位面積所能處理水量大增，故
廣為世界各地之大型水廠所採用，而混凝、沉澱、快砂濾及加氯消毒乃一般所稱
之「傳統淨水程序(conventional treatment process)」。混凝包括快混及膠凝兩單元，
在快混池內加入明礬或多元氯化鋁(PAC)等混凝劑，以凝聚水中微細之膠體
(colloids)，使生成較大粒徑之膠羽，然後於後續之沉澱池中經由重力作用沉降至
池底，而與水分離。漏網之魚的較小膠羽及部分微生物可在後續之快濾床中被去
除，最後之加氯消毒則進一步確保細菌性之水質安全。

5、水生植物的淨化能力：

水生植物具有吸收污染源的效果，如果設置適當面積的濕地作為淨化池，可
以透過水生植物以及底泥物質的化學作用吸收及分解污染物質，達到淨化水質的
效果。

(二) 尋找研究對象：要怎樣才能減少洗碗精對環境的汙染？

(三) 研究中調查：桃園大湳自來水廠參觀

(四) 確定研究主題：《設計小小淨水器》—找出最好的濾水方式

(五) 分析，進行結果推論：

【實驗一】 了解不同洗碗精的酸鹼性及內容物

【實驗二】 了解不同洗碗精的洗淨力

【實驗三】 了解洗碗精對環境的影響

【實驗四】 分析不同排列方式濾材的過濾能力比較

【實驗五】 不同的過濾方法的過濾能力比較

【實驗六】 不同濾水器的過濾能力比較

【實驗七】 設計小小淨水廠~加藥曝氣池

【實驗八】 設計小小淨水廠~膠凝沉澱池

【實驗九】 設計小小淨水廠~活性炭濾池

【實驗十】 設計小小淨水廠~廢水再生池

陸、研究結果與討論



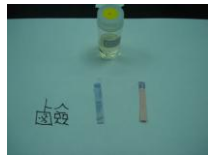





【實驗一】 十二種市售洗碗精之酸鹼性及內容物














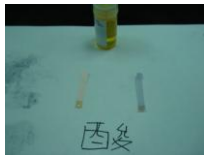
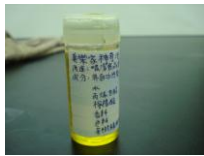
〈一〉實驗方法：

1. 先由身邊的資料調查開始，先調查同學家中都使用何種洗碗精。
2. 將所有同學家中使用的洗碗精統計後，選出最多家庭使用的洗碗精。
3. 蒐集市售 12 種洗碗用之清潔劑，編號並根據洗碗精標籤紀錄其內容物。
4. 網路蒐集資料查詢洗碗精內容物之性質。
5. 利用石蕊試紙簡易測試 12 種市售洗碗精之酸鹼性
6. 紀錄內容在：【表三】十二種市售洗碗精之內容物及酸鹼性實驗紀錄

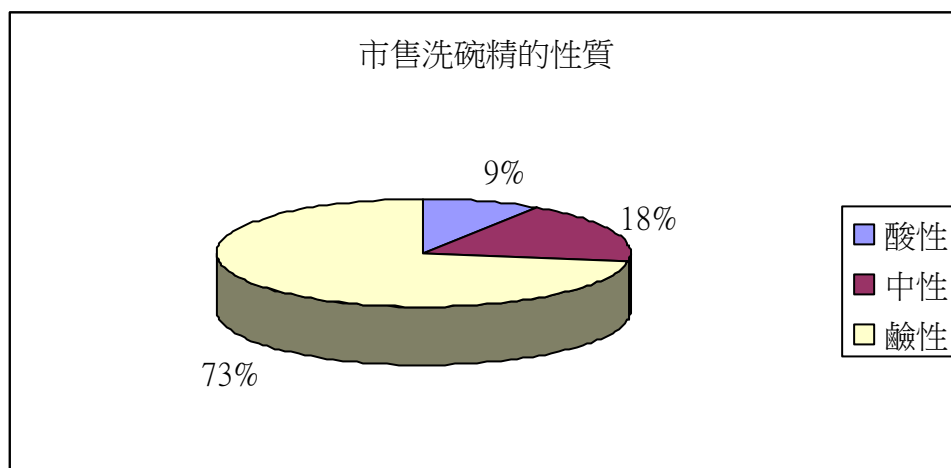
〈二〉實驗過程與結果：

【表三】十二種市售洗碗精之內容物及酸鹼性實驗紀錄【粗體字者均為界面活性劑】

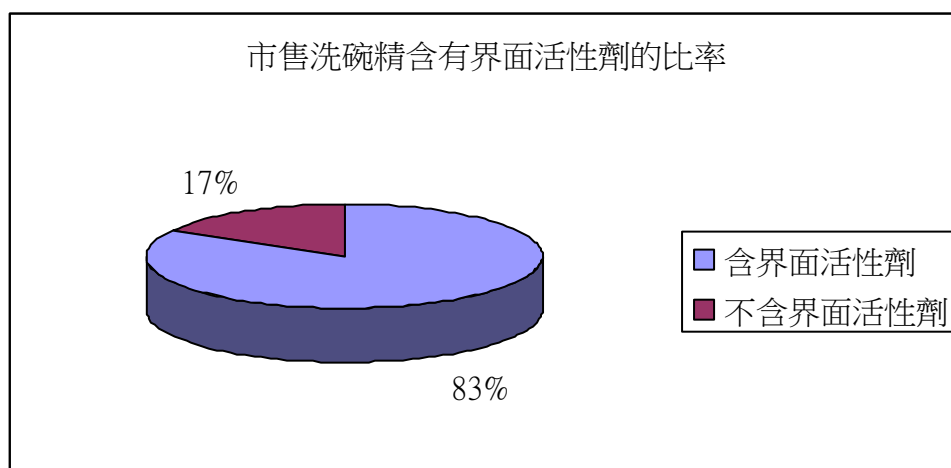
編號	名稱	內容物	酸 鹼 性		照片
1	泡舒洗碗精-橘子	界面活性劑 橘子香精	鹼性		
2	泡舒洗碗精-椰子	界面活性劑 椰子油香精	鹼性		
3	海芳鄰洗碗精	LAS 鉀皂	鹼性		
4	勁好洗洗碗精	界面活性劑 檸檬酸香精	鹼性		

5	紫藤天然 茶仔碗盤 洗潔劑	天然茶籽皂素 天然茶籽微粒	中 性		
6	妙管家天 然洗潔液	天然植物椰子油配方 界面活性劑	鹼 性		
7	白熊軟性 洗碗精	LAS、SLES 高級椰子油護手成分 檸檬香精	鹼 性		
8	橘子工坊 洗碗劑	天然橘子精油 鉀皂 茶籽抽出物	鹼 性		
9	魔術靈洗 潔劑	界面活性劑 去汙溶劑 乙醇 A	鹼 性		
10	妙管家濃 縮洗碗精	天然桔子油、椰子油 界面活性劑 輔助劑	中 性		
11	寶麗磁洗 碗精	碳酸.鹽.鈣、長石 界面活性劑. 碳酸鈉	酸 性		
12	美樂家神 奇洗碗精	界面活性劑. 丙烯甘醇、茶樹精油 檸檬酸.香料.色料	酸 性		

【圖一】市售洗碗精的酸鹼性比例



【圖二】市售洗碗精含有界面活性劑的比率



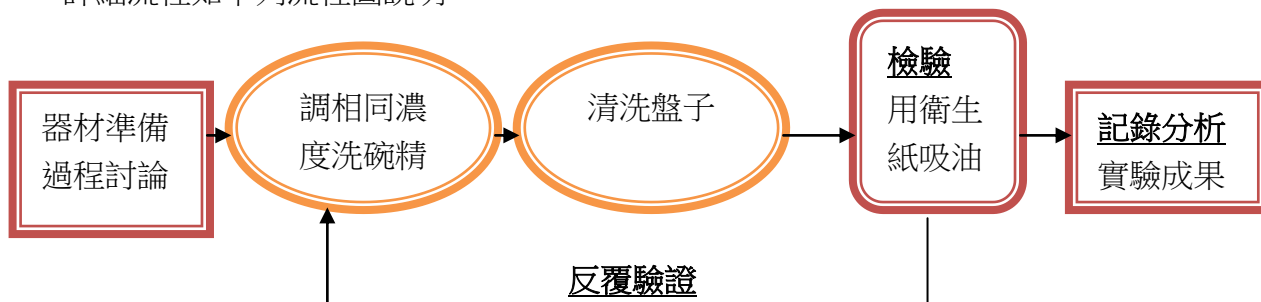
(三) 實驗結果與討論

- 1、實驗發現有 83% 的洗碗精都含有界面活性劑，經查詢網站資料後也發現界面活性劑除了對人體有很大的傷害，同時也會破壞環境生態。
- 2、本來我們不知道界面活性劑的壞處，後來才發現原來界面活性劑原來這麼可怕，那如果我們一直使用洗碗精不是也很危險嗎？
- 3、實驗後發現 67% 的洗碗精屬於鹼性、16.7% 的洗碗精屬於酸性、16.7% 的洗碗精屬於中性，這些物質一旦流到自然環境中，就會對其他生物造成了許多傷害。
- 4、調查後發現有些洗碗精雖然標榜環保，但卻含有更多的香精、色料，用環保當做訴求的洗碗精，卻在洗碗精裡面添加許多其他額外的化學藥劑，居然還賣的比較貴。




【實驗二】 十二種市售洗碗精的洗淨力

(一) 實驗方法

詳細流程如下列流程圖說明

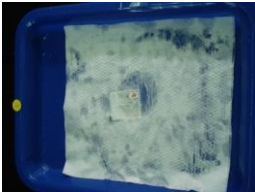
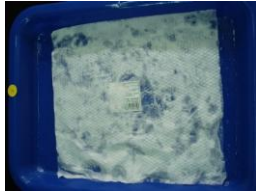

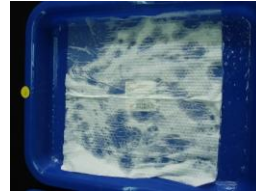


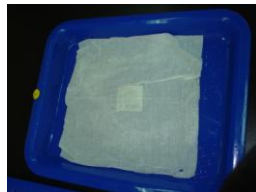



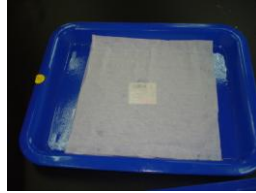



(二) 實驗過程

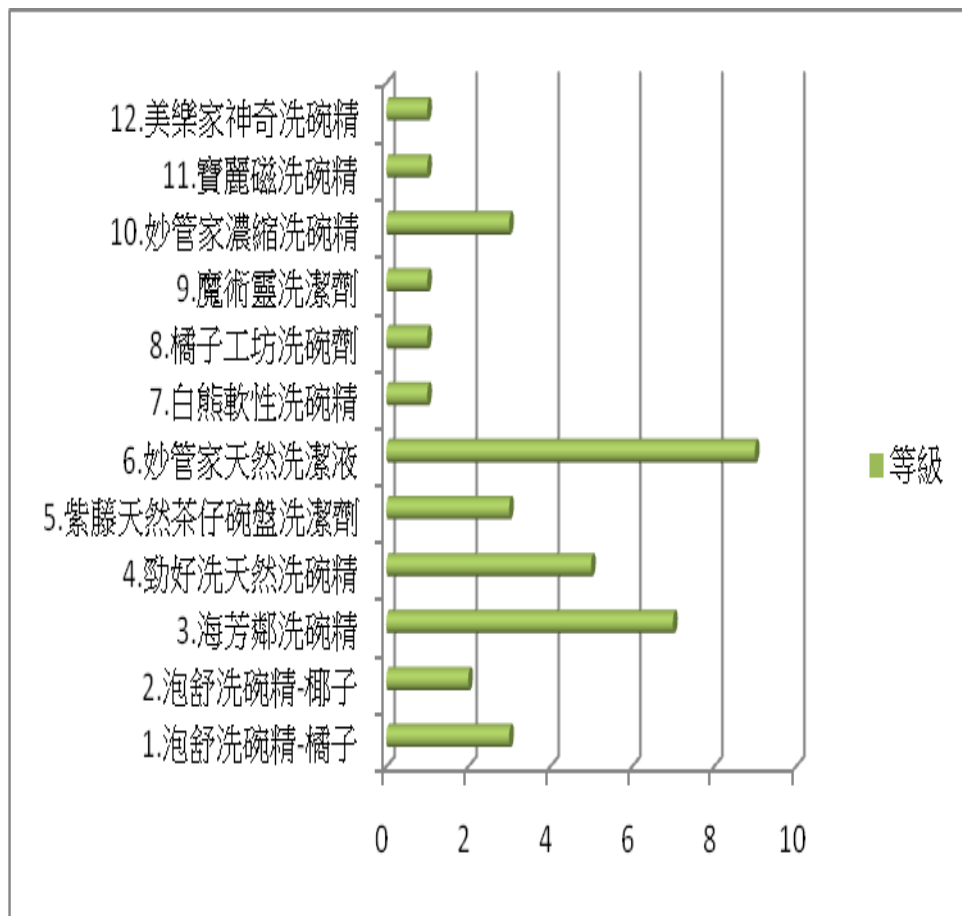
				
1.準備實驗器材並討論實驗方法及流程	2.大家一起來分裝洗碗精	3.加入半湯匙(約5克)的洗碗精	4.加入蒸餾水調配成 200ml、5%的洗碗精水溶液	5.將十二種洗碗精都調配成濃度 2.5%的洗碗精水溶液
				
6.將芥花油倒入培養皿中	7.用洗碗用之海棉吸滿芥花油後，平均塗滿塑膠盤	8.每個塑膠盤分別倒入 5%洗碗精 100ml	9.我們用相同力道左右每個塑膠盤搖晃 30 次	10.所有塑膠盤同時一起搖晃
				
11. 將塑膠盤放在水龍頭下沖水 10 秒鐘	12. 將水倒掉後放在桌上	13.重覆相同動作十二次	14.在瀝乾水的塑膠盤上放一張衛生紙	15.讓塑膠盤陰乾六小時後，依序將結果記錄下來

(三) 實驗結果與討論

【表四】十二種市售洗碗精之洗淨力

名稱	1.泡舒洗碗精-橘子	2.泡舒洗碗精-椰子	3.海芳鄰洗碗精	4.勁好洗天然洗碗精
汙染情形				
等級	第三級	第二級	第七級	第五級
名稱	5.紫藤天然茶仔碗盤洗潔劑	6.妙管家天然洗潔液	7.白熊軟性洗碗精	8.橘子工坊洗碗劑
汙染情形				
等級	第三級	第九級	第一級	第一級
名稱	9.魔術靈洗潔劑	10.妙管家濃縮洗碗精	11.寶麗磁洗碗精	12.美樂家神奇洗碗精
汙染情形				
等級	第一級	第二級	第一級	第一級

【圖三】市售洗碗精的洗淨能力分析



1. 為了分辨洗潔劑的洗淨力，根據實驗後將衛生紙的污染程度分為十個等級，污染佔 1/10 的稱為**第一級**，依此類推污染程度佔 10/10 的稱為**第十級**。
2. 表格所列之級數，數字越小代表洗淨力越強，將本實驗的結果記錄在【表二】十二種市售洗碗精之洗淨力。
3. 實驗後發現可以以第五級為中心分成兩類，將市售洗碗精分為洗淨力強及洗淨力弱兩類，其中洗淨力強的有編號 1、2、4、5、7、8、9、10、11、12；洗淨力弱的有編號 3、6。
4. 大部份的洗碗精因為含有界面活性劑的關係，所以基本的洗淨力都沒有問題，可是因為我們查詢資料後發現界面活性劑對生態帶有嚴重的傷害，所以覺得也許這會是我們未來的研究方向。
5. 但是我們對於淨水的知識不足，需要更多的實驗來證明，於是我們開始設計實驗。

【實驗三】十二種市售洗碗精對生態環境的傷害程度

(一) 實驗方法

1. 配 2.5%、250ml 之洗碗精水溶液 12 份放入 250ml 燒杯。
2. 準備 1200 顆綠豆，並在每一種水溶液中放入 100 顆綠豆。
3. 利用綠豆發芽與否簡易測試 12 種市售洗碗精對生物的傷害程度。


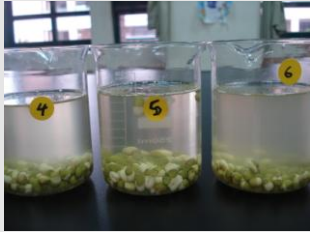

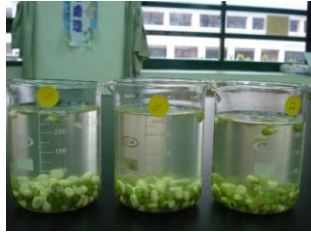
(二) 實驗過程

1. 在又臭又難過的味道中，我們艱苦的完成了綠豆發芽的生態測試。
2. 並將實驗內容紀錄在：**【表四】**十二種市售洗碗精對生物的傷害程度。
3. 放入綠豆觀察三天後紀錄情形如下列所示。

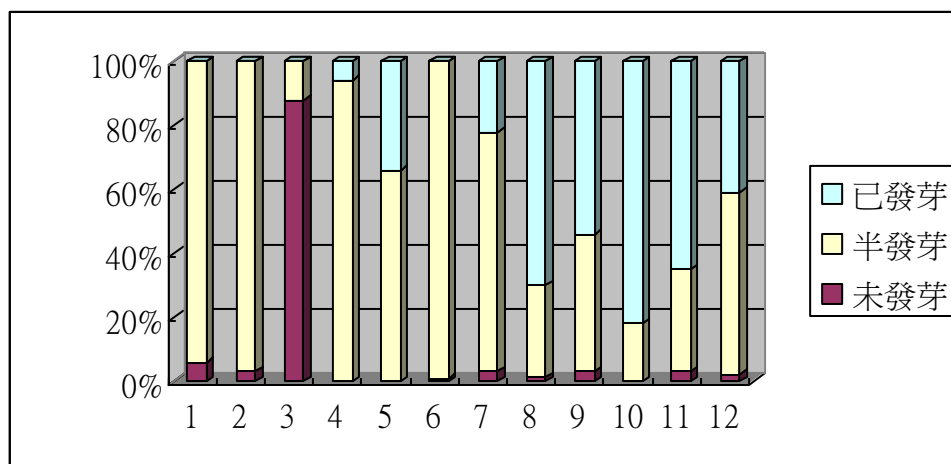
(三) 實驗結果與討論

1. 加入洗碗精後綠豆就開始腐壞，放了兩天就受不了了，綠豆雖然有發芽，可是臭味已經讓很多上自然課的班級都覺得很難過，好不容易等到第三天，矇住口鼻，很快的算了發芽綠豆的數量後，就趕快將這些東西處理掉，味道十分噁心，讓我們連清洗都很恐懼。
2. 沒想到才幾天，在杯子邊緣就出現了白色的黴菌，可見燒杯中的水已經優養化很嚴重，這讓我們重新思考到底要怎樣才能真的做些什麼是有用的。
3. 綠豆都這麼嚴重，更何況我們長期接觸洗碗精的媽媽，想想，真是捨不得啊！
4. 所以我們希望找到無污染的洗碗精或是洗碗方法**【蒐集資料】**，或是讓污染後的洗碗精能夠不要污染環境**【參觀桃園大湳自來水廠及實驗二~五】**。

【表四】市售洗碗精對生態環境破壞的程度

	第 1 種	第 2 種	第 3 種	第 4 種	第 5 種	第 6 種	第 7 種	第 8 種	第 9 種	第 10 種	第 11 種	第 12 種
未發芽	6	3	88	0	0	1	3	0	3	0	3	2
半發芽	94	97	12	94	66	99	75	93	43	18	32	57
已發芽	0	0	0	6	34	0	22	7	54	82	65	41
文字	可怕	可怕	可怕	可怕	普通	可怕	普通	友善	友善	友善	友善	友善
實驗照片												

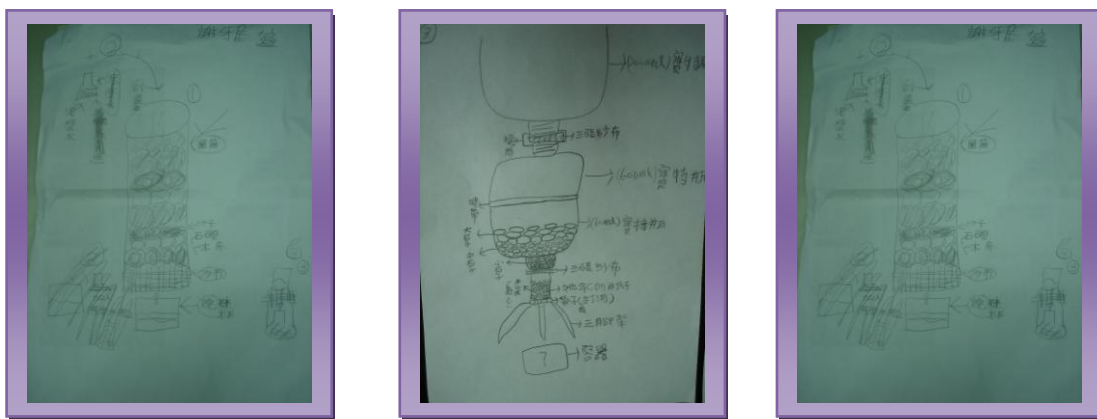
【圖四】市售洗碗精對生態環境破壞的程度比率分析



【實驗四】 自製洗碗精過濾器~不同過濾材料的濾水效果

(一) 實驗方法

1. 在查詢資料後，準備三種不同的濾材，發現可以以顆粒大小作為不同的過濾濾材，於是選擇了容易取得且具過濾功能石英砂、麥飯石及咖啡渣作為本次實驗的過濾材料。
2. 採用使用過的寶特瓶作為簡易環保濾水器，也可以順便達到環保目的。
3. 我們討論後將實驗設計圖繪製如下圖：









4. 再經過不斷討論修改後來決定採用最簡單的方式—將寶特瓶切割成兩半，直接放上濾紙即成簡易濾水器。

(二) 實驗過程

1. 以顆粒大小來分，先找顆粒中等的石英砂來當(A)，再找顆粒大的麥飯石來當(B)，最後以顆粒最小的咖啡渣來當(C)。
2. 利用寶特瓶切割後製作簡易濾水器(如附圖所示)三個，分別在上層裝入濾紙及 A、B、C 三種不同過濾材料。
3. 分別倒入 250ml，5%的洗碗精溶液，濾水完畢後將其倒入燒杯中。
4. 於 ABC 三個燒杯中分別加入 100 顆綠豆，靜置三天後，將發芽情形紀錄於下表。

(三) 實驗結果

【表五】不同濾材的過濾能力比較

不同濾材的過濾能力	A 石英砂	B 麥飯石	C 咖啡渣
全發芽	0	0	0
半發芽	20	34	79
未發芽	80	66	21
顆粒大小 平均直徑	顆粒中等 平均 0.3mm	顆粒較大 平均 0.5mm	顆粒較小 平均 0.1mm
實驗前 濾水器圖片			
經過過濾後的 洗碗精圖片			
文字說明	過濾的雖然較為清澈，但是綠豆發芽數量較少，可見其中毒素最多。	過濾的較為混濁，但是綠豆發芽數量其次，可見其中毒素也多。	過濾後雖然非常混濁，一點都不乾淨，但是綠豆發芽數量最多，所以過濾後的水比較不會汙染環境。
過濾效果	最差	普通	好
濾材分類	岩石類濾材	植物類濾材	植物類濾材

濾材	全發芽 (%)	半發芽 (%)	未發芽 (%)
A 石英砂	0	20	80
B 麥飯石	0	34	66
C 咖啡渣	0	79	21

【圖五】不同濾材的過濾能力比較圖

(四) 實驗討論

1. 根據實驗結果可以發現濾材確實會影響到過濾能力。
2. 過濾能力咖啡渣優於麥飯石，石英砂則優於麥飯石。
3. 實驗時，我們發現即使濾出來的水溶液較為混濁，但是咖啡渣過濾後反而比其他的濾材優，對於生態環境也比較友善。
4. 可見有許多事情並不像我們眼睛所見到的一樣，透過實驗發現，真相永遠藏在後面。

【實驗五】不同排列方式濾材的過濾能力比較

(一) 實驗方法

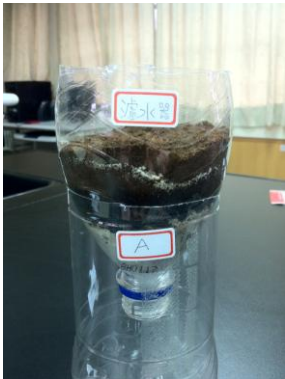





1. 過濾濾材的排列方式如果不同，也有可能因此影響到過濾效果，所以我們用不同的方式嘗試看看。
2. 而查詢到的過濾材料排列方式大部分都是一層一層的，我們定義為**單分層排列**，而我們覺得不同的排列方式也許能夠更容易過濾，於是，我們設計了**複分層排列**及**混合排列**這兩種方式。

(二) 實驗過程

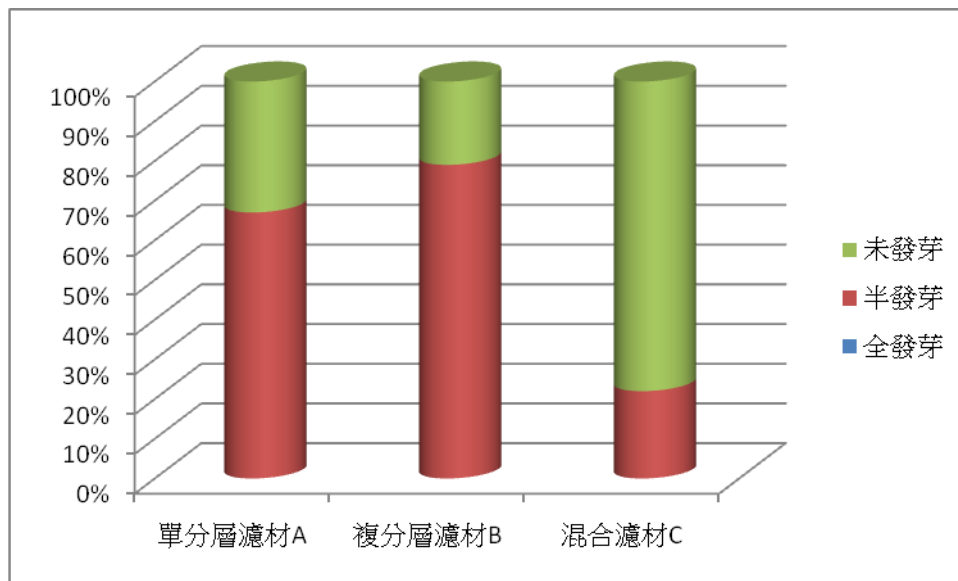
1. 將三種濾材分別用不同方式排列，首先 A 代表**單分層式排列法**(一層咖啡渣、一層石英砂、一層麥飯石，每層高度 2 公分)；B 代表**複分層排列法**(一層咖啡渣、一層石英砂、一層麥飯石，每層高度 0.5 公分，共三層)；C 代表**混合排列法**(將咖啡渣、石英砂及麥飯石均勻混和後，倒入過濾器中)。
2. 分別倒入 250ml，0.5%的洗碗精溶液，濾水完畢後將其倒入燒杯中。
3. 於 ABC 三個燒杯中分別加入 100 顆綠豆，靜置三天後，將發芽情形紀錄於下表中。

(三) 實驗結果與討論

【表六】不同排列方式的過濾材料之過濾能力比較

編號	單分層濾材	複分層濾材	混合濾材
	A	B	C
全發芽	0	0	0
半發芽	67	79	22
未發芽	33	21	78
實驗前 濾水器圖片			
說明	一層咖啡渣、一層石英砂加上一層麥飯石(每層高度 2 公分)共一層	一層咖啡渣、一層石英砂加上一層麥飯石(每層高度 0.5 公分)共三層	咖啡渣、石英砂及麥飯石三種濾材混合後放入
實驗後結果			
文字敘述	1、單分層排列和複分層排列似乎沒有很大的差別，所以只要分層後，就可以過濾的很好。		

2、但是，如果將所有濾材混和在一起之後，就會發現過濾一點效果都沒有。



【圖六】不同排列方式的過濾材料之過濾能力比較

【實驗六】不同過濾器材的過濾能力

(一) 實驗方法




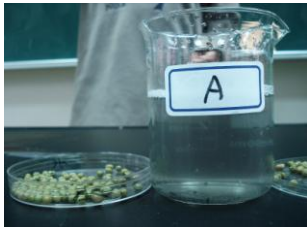






1. 在經過過濾材料及過濾排列方式的實驗後，我們決定分組設計自己的濾水器材，分為甲、乙兩組，每組兩個人，回家製作自己的濾水器，再到學校一較高下。

(二) 實驗過程

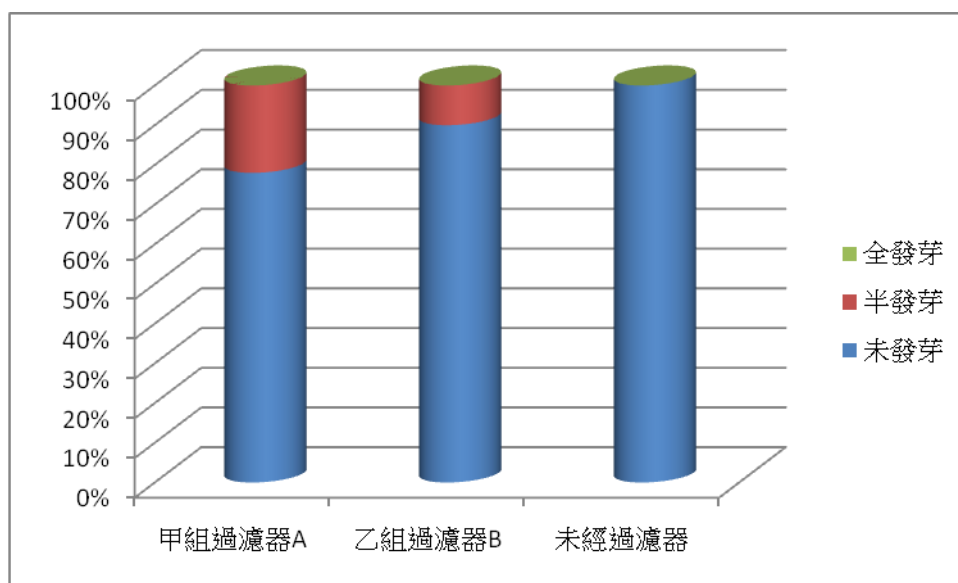
1. 甲組主要是以麥飯石及石英砂單分層排列方式作為主要過濾方式，而乙組主要是以煤炭及咖啡渣等植物類的物質單分層排列方式作為主要過濾方式，兩種過濾方式最大的不同在於甲組以**岩石類**為主要過濾材料，而乙組用的則是**植物類**。
2. 分別倒入 250ml，0.5%的洗碗精溶液，濾水完畢後將其倒入燒杯中。
3. 於 ABC 三個燒杯中分別加入 100 顆綠豆，靜置三天後，將發芽情形紀錄於下表中。

(三) 實驗結果與討論

【表七】不同過濾器材的過濾能力比較

編號	甲組同學設計	乙組同學設計	沒有經過任何過濾器
	過濾器 A	過濾器 B	無
未發芽	78	90	100
半發芽	22	10	0
全發芽	0	0	0
實驗前			
			
			
文字敘述	用岩石類的過濾材料有較多的綠豆發芽	用植物類的過濾材料也能順利過濾洗碗精，但綠豆反而較甲組不易發芽。	沒有經過任何過濾程序的洗碗精，所有的綠豆都不會發芽。
文字敘述	<p>1.可見 A 組過濾器可以將較多的洗碗精去除，對生態比較有幫助，大出意料之外，我們原本以為植物類的會比較容易發芽。</p> <p>2.發現如果沒有經過過濾的洗碗精水讓綠豆完全無法發芽，對環境是很大的傷害。</p>		

3.如果能在家裡先將廢水過濾，淨水廠也不需要浪費更多的水電來進行濾水工作。



【圖七】不同過濾器材的過濾能力比較

但是我們卻在這時遇到了相當大的盲點~該如何製作一個有用的【淨水器】呢？

【參觀活動】 桃園大湳自來水廠~

					
膠凝沉澱	曝氣過濾	汙泥壓縮	汙水排放	綜合座談	大湳淨水廠

【實驗七】 設計小小淨水廠~加藥曝氣池

(一) 實驗前思考歷程及方法：解決問題的過程

1. 改變廢洗碗精的酸鹼性

根據實驗一的實驗結果，我們須要先改變這些廢洗碗精水的酸鹼性，而想得到最方便的就是家裡面最常見的醋酸(和小蘇打粉)。

2. 尋找可以盛裝的容器

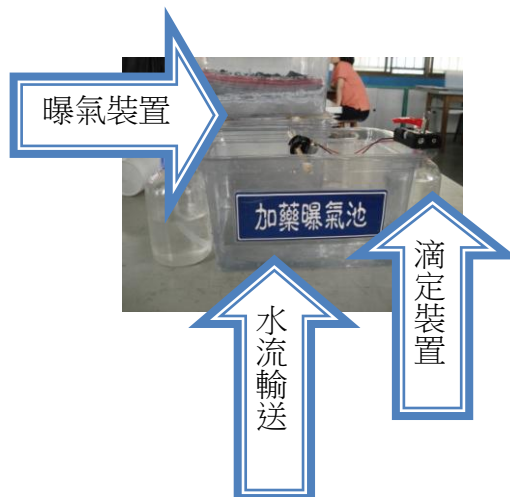
於是當我們要開始設計一個小小淨水廠的時候需要一個容器，原本是想用寶特瓶，但是有點小，尋找了很久，終於找到三年級使用的透明塑膠水族箱，容量及硬度都十分適合。

3. 製作一個曝氣裝置並組裝

為了讓廢水中充滿氧氣，所以，我們到資源回收室尋找廢棄的保麗龍杯，切割後(如圖所示)就成為一個可以旋轉的水車，透過水力便可以自行運轉，為了讓水車順利轉動，後來發現利用竹筷子可以達到方便、環保又穩固的目的，後來我們又找到了小馬達，利用小馬達裝上扇葉更可以均勻的讓廢水中和。

4. 酸鹼滴定裝置+PH 值測定

為了讓醋酸和小蘇打粉能順利滴定到廢洗碗精水溶液中並中和，我們原本想用人工加藥的方式，但後來想一想又覺得如果可以的話，希望可以比較精準的方式中和廢水。於是，我們集思廣益，找到兩個空壓瓶塗上紅和藍色，分別代表酸



性的醋酸及鹼性的小蘇打粉，用熱熔膠黏貼在水族箱旁邊，我們使用 PH 值測定器實地測量廢水溶液的酸鹼度。

(二) 實驗過程：

1. 將透明塑膠水族箱當作容器，一層挖洞，另一層則保持原狀，兩層合併，在兩側挖洞，挖洞後將製作完成之曝氣裝置置放其上。
2. 1 公升廢洗碗精水需要多少容量的 2.5%醋酸才能完全中和？

黏貼醋酸滴定裝置後，根據下列【實驗七 a】可以發現，滴定醋酸後發現 250ml 的洗碗精水需要 4.5ml 的醋酸，所以，每公升的洗碗精需要 18ml 的醋酸才能完全中和。

			
準備調製好的洗碗精及醋酸	將醋酸每 0.5ml 滴定到洗碗精水中	將滴定後的洗碗精攪拌後用石蕊試紙測試	將實驗結果記錄於下表所示

【表八】250ml 廢洗碗精水需要多少容量的 2.5%醋酸才能完全中和？

醋酸量 (ml)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
PH 值	9.3	8.7	8.5	8.9	8.1	7.9	8.3	8.0	7.6	7.4	6.9	6.1	6.0
酸鹼性	鹼性						中性			酸性			

(三) 實驗結果與討論

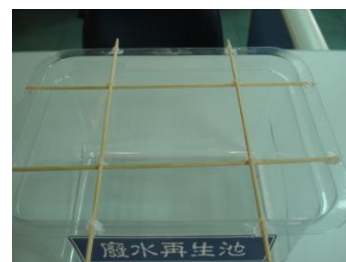
1. 我們發現其實只需要約 18ml 的醋酸就可以中和洗碗精，所以如果我們在將洗碗精排放到下水道或是廢水處理廠前就先將廢洗碗精水中和一下，其實可以減少對生態環境的汙染。
2. 組裝完成後進行測試，發現非常順利。

【實驗八】 設計小小淨水廠~膠凝沉澱池

(一) 實驗前思考歷程及方法：解決問題的過程

1. 層間間隔裝置

每一池之間需要可以固定的架子，但是又希望可以讓每一池都可以活動，這個架子又不能阻擋水流，但又要能夠固定，於是，我們使用熱熔膠槍將四根竹籤去除尖銳的一端後，架在每一池的中間，既穩固又方便。



2. 底層清淤裝置

由於我們的小小淨水廠是活動式的，希望可以簡易清洗，所以在底部放置濾紙，希望將沉澱的污物經過一段時間後可以簡易的清理。

3. 膠凝沉澱裝置

由於廢洗碗精水中有許多污垢因為界面活性劑膠著後會懸浮在水中，為了擔心這些污垢會污染我們的活性碳濾池，也希望能將水質過濾的更乾淨，所以我們利用常見的明礬進行以下的實驗達到膠凝的效果，並在沉澱池旁加裝計時器，方便控制沉澱時間。

4. 水流輸送裝置

在加藥曝氣池到另一池之間，我們本來是想利用水管，並在水族箱旁邊挖洞，可是又擔心水管底層汗水無法排空，所以一直苦思不得解決，有一天，靈機一動，發現如果利用水的重力加速度就可以不需要水管，但是，又不能一下將水漏光，所以我們使用雙層透明水族箱，上層打洞，下層則保持原樣，需要濾水時就將未打洞的水族箱拿走即可。



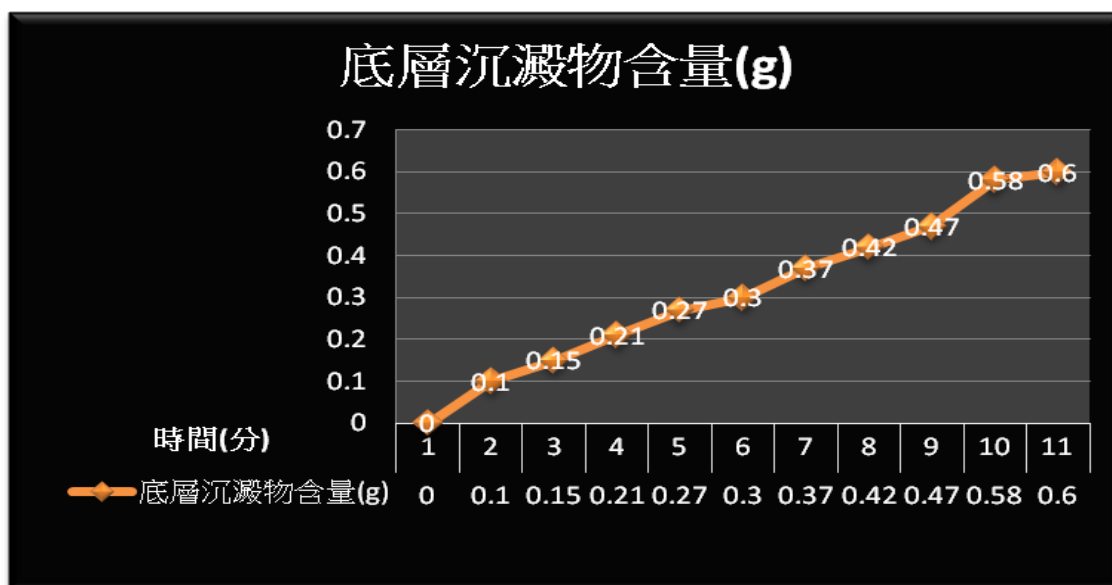
(二) 實驗過程

1. 將上層沉澱池打洞後，再套上另一個未打洞的透明水族箱。
2. 在沉澱池底部鋪上濾網。
3. 加入明礬 5 克
4. 濾紙在放置前先測量重量，等到沉澱後將水倒光後，再測量一次重量，相減後得到沉澱物的重量。
5. 將得到的重量紀錄在下列表格中。

(三) 實驗結果

【表九】膠凝沉澱池底層沉澱物量

時間(1 分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
底層沉澱物含量(g)	0	0.1	0.15	0.21	0.27	0.3	0.37	0.42	0.47	0.58	0.6



【圖八】膠凝沉澱池底層沉澱物量

(四) 實驗討論

1. 結果發現在經過 10 分鐘後沉澱的量就不會有太大的差別，所以我們就將膠凝沉澱池的沉澱時間定為 10 分鐘。
2. 根據實驗結果，我們可以知道，有經過沉澱的廢水會較為清澈。

【實驗九】 設計小小淨水廠~活性炭濾池

(一) 實驗方法

1. 根據實驗四到六的實驗結果，我們知道可以使用三種岩石類過濾材料。
2. 最下層放置石英砂，中層放置麥飯石，最上層放置活性炭。
3. 在層與層中間為擔心未來的清潔問題，所以我們使用活動式的以單分層方式逐一排列，每層高度約 2-3 公分。



(二) 實驗過程

1. 先將一個透明水族箱底部打數個洞，以便在過濾過程中順利將水流到下一池。
2. 將另一個透明水族箱套上，同時避免在尚未過濾完成前水會漏至下一池。
3. 為擔心石英砂漏光，我們在底層鋪上一層濾紙。
4. 在水族箱上方加裝層間間隔裝置。
5. 將過濾材料依顆粒大小依次放置。
6. 先放顆粒較小的石英砂，其次放置顆粒中等的麥飯石，最後放置敲打後的活性炭。

(三) 實驗結果與討論

1. 測試過濾後的水質，發現經過過濾後的水質較過濾前清澈許多，可見過濾是有效果的。

【實驗十】 設計小小淨水廠~廢水再生池

(一) 實驗前思考歷程及方法：解決問題的過程

1. 生態測試機制

我們想到要如何可以知道過濾後的水質是比較安全而可以再生的呢？於是，我們先使用原先使用的綠豆做為生態測試的原始材料，但是，媽媽覺得我們這樣實在很浪費，所以我們想了很久，後來覺得是不是可以使用水生生物作為測試的基礎，但是如果用魚的話，魚實在太可憐了，後來，我們決定用學校中最常見的水生及陸生園景植物~綠蘆荊、水蘊草及水芙蓉來進行生態測試實驗。

2. 廢水再生機制

在進行實驗前，我們又去查詢資料，發現水生植物不但有生物指標的功能，還能改變水質，讓水質恢復自然，符合本次實驗的宗旨~讓地球水資源活起來。




(二) 實驗方法及過程

1. 用 2.5%，1 公升的洗碗精水溶液由第一池進行實際測試後，發現過濾後的水溶液較原本的洗碗精水溶液清澈，
2. 我們將 9 個塑膠盒中分為三組。
3. A 組為完全沒有任何洗碗精的 250ml 水，B 組為 0.25%、250ml 的洗碗精水，C 組為 0.5%、250ml 的洗碗精水，。
4. 分別放入公升的水，再將未經過過濾的洗碗精水 500ml 倒入。
5. 分別將三個水族箱放置 1 天後，觀察生存結果，並記錄在下列表中。



(三) 實驗結果與討論

【表十】不同植物對廢棄洗碗精水的生態承受能力觀察紀錄表 <D1=第一天，餘依此類推>

植物 名稱 照片	水 蘊 草 	綠 蘆 莉 	水 芙 蓉 
<p>A</p> <p>沒有任何洗 碗 精的 250ml 水</p>	<p>D1 植物沒有任何改變。</p> <p>D2 外圍的葉子邊緣有點偏黃色。</p> <p>D3 水呈透明，有淡淡的白色，有沉澱物。</p>	<p>D1 植物沒有任何改變，水中有些許沉澱物。</p> <p>D2 長出新的莖。</p> <p>D3 葉子愈來愈大，有些許沉澱物，水又更乾淨了一點。</p>	<p>D1 植物沒有任何改變。</p> <p>D2 水中有些微沉澱物。</p> <p>D3 外圍的葉子開始枯黃，有沉澱物。</p>
<p>B</p> <p>0.25% 、250ml 的洗碗 精水</p>	<p>D1 植物沒改變。</p> <p>D2 植物沒改變。</p> <p>D3 水質開始混濁。</p>	<p>D1 植物沒改變。</p> <p>D2 葉子反面比水蘊草更綠。</p> <p>D3 水是三種植物最乾淨清澈的。</p>	<p>D1 植物沒有任何改變。</p> <p>D2 根莖都偏黃並開始腐爛。</p> <p>D3 葉子枯黃中，水發出臭味。</p>
<p>C</p> <p>0.5%、 250ml 的洗碗 精水</p>	<p>D1 植物完全沒有變化</p> <p>D2 葉子開始變黃了。</p> <p>D3 植物的根開始有腐爛的臭味。</p>	<p>D1 沒改變。</p> <p>D2 葉子反面變成淡綠色。</p> <p>D3 葉子的邊緣有些枯黃，但反而長出新的芽點，令人驚訝植物的生命力如此旺盛。</p>	<p>D1 葉子開始有點萎縮。</p> <p>D2 葉子完全枯黃，水發出臭味，非常難聞。</p> <p>D3 全株已死亡。</p>
<p>綜合 描述</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 經過數天後，我們發現對有汙染的水忍耐能力依次比較為，綠蘆莉 > 水蘊草 > 水芙蓉，所以我們決定要用學校校園中常見種植的綠蘆莉。 2. 將綠蘆莉放置在廢水再生池後，我們發現不但可以測試水質，還可以讓水質變得更乾淨，變得更適合。 3. 本來以為植物會很容易死亡，沒想到植物的生命力超乎我們想像。看著植物的變化讓我們思考到可以利用植物的特質來改變水質。 		

柒、結論與建議

一、實驗結論

- 1、實驗發現有 83%的洗碗精都含有界面活性劑，經查詢網站資料後也發現界面活性劑除了對人體有很大的傷害，同時也容易破壞環境生態。
- 2、本來我們不知道界面活性劑的壞處，後來才發現原來界面活性劑原來這麼可怕，那如果我們一直使用洗碗精不是也很危險嗎？
- 3、實驗後發現 67%的洗碗精屬於鹼性、16.7%的洗碗精屬於酸性、16.7%的洗碗精屬於中性，這些物質一旦流到自然環境中，就會對其他生物造成了許多傷害。
- 4、調查後發現有些洗碗精雖然標榜環保，但卻含有更多的香精、色料，用環保當做訴求的洗碗精，卻在洗碗精裡面添加許多其他額外的化學藥劑，居然還賣的比較貴。
- 5、大部份一般洗碗精基本的洗淨力都沒有問題，因為含有界面活性劑。
- 6、我們發現淨水器的濾材確實會影響到過濾能力。
- 7、各種濾材的過濾能力經過實驗比較後發現咖啡渣優於麥飯石，麥飯石則優於石英砂。
- 8、即使濾出來的水溶液較為混濁，但是經由咖啡渣過濾後對生態的傷害程度比其他的濾材少，對環境也比較友善，可惜因為咖啡渣容易發霉，只好忍痛捨棄。
- 9、各種濾材的排列方式分成三種，單分層排列和複分層排列似乎沒有很大的差別，但是混合濾材卻無法正常過濾，所以只要將濾材分層後就可以過濾得比較好。
- 10、如果將所有濾材混和在一起之後，就會發現過濾一點效果都沒有。
- 11、分別設計以植物及岩石為主的過濾器，以岩石為主的 A 組過濾器可以將較多的洗碗精去除，對生態比較有幫助，出乎我們意料之外，我們原本以為植物類的過濾器會比較容易發芽。
- 12、結果發現經過 10 分鐘後沉澱的量就不會有太大的差別，所以我們就將膠凝沉澱池的沉澱時間定為 10 分鐘。
- 13、根據實驗結果我們可以知道經過沉澱的廢水，會較為清澈。
- 14、經過數天後，我們發現對汙染的水忍耐能力依次比較為，綠蘆荊 > 水蘊草 > 水芙蓉，所以我們決定用學校校園中常見的綠蘆荊作為再生池中的生態測試植物。

二、實驗建議

- 1、沒有經過過濾的洗碗精水會讓綠豆完全無法發芽，這些洗碗精對環境造成很大的傷害，可見有許多事情並不像我們眼睛所見到的一樣，透過實驗我們發現真相永遠藏在研究後面。
- 2、如果能在家裡先將廢水簡單過濾，淨水廠也不需要浪費更多的水電來進行濾水工作，對沒有什麼能力的我們來說，環境永續來說好像並不遙遠困難。
- 3、本來以為植物在過濾的水中很容易死亡，沒想到植物的生命力超乎我們想像。看著植物的變化讓我們思考到未來的實驗是否可以利用植物特質進而改變水質，讓水資源活化。
- 4、做完這個實驗之後我們才發現，原來我們的生活中有這麼多的危險，藉由這個實驗，我們更有理由拒絕化學決定我們的未來的命運，因為廣告有時候也是編出來讓我們增加購買慾望的，廣告中洗碗精總是追求越乾淨越好，但真的是這樣嗎？我們要選擇做自己的主人，不要讓越來越多的界面活性劑來破壞我們的身體。
- 5、這次的實驗讓我們真正的了解到環境保護要落實在日常生活的每一步，地球永續絕非口號而已。
- 6、自己做的淨水器雖然迷你，但卻可以讓水資源得到再生。

捌、參考文獻

1. 主婦聯盟網站，下載日期：99年11月22日，網址
<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!v4SoTk.WFBgPk1YJ5J8VpV0-/article?mid=1706>
2. 許夢虹編輯，民93，自然與生活科技5上，康軒教科書股份有限公司
3. 福智佛教基金會，下載日期：99年11月12日，網址
http://voicefriend.blisswisdom.org/Tfr/tfr_55/tfr_55_13.htm
4. 陳信宏，民97，淨水場廢水處理單元之成效與廢水回收再利用及現場污泥之研究，國立中央大學環境工程研究所。
5. 高雄大華國小，魔法速速淨，簡易緯等，中華民國45屆科學展覽作品。

【評語】 080819

本作品設計簡易濾水設備探討對洗碗污水之淨化影響，小朋友透過對環境的觀察瞭解及自來水的參觀，實際動手實驗，應予嘉許，但污水處理與自來水淨化有基本不同之處，相關之處也有許多，小朋友若能先由合適的老師或教材先行瞭解，會有助於實驗方法及步驟之正確性。