

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081527

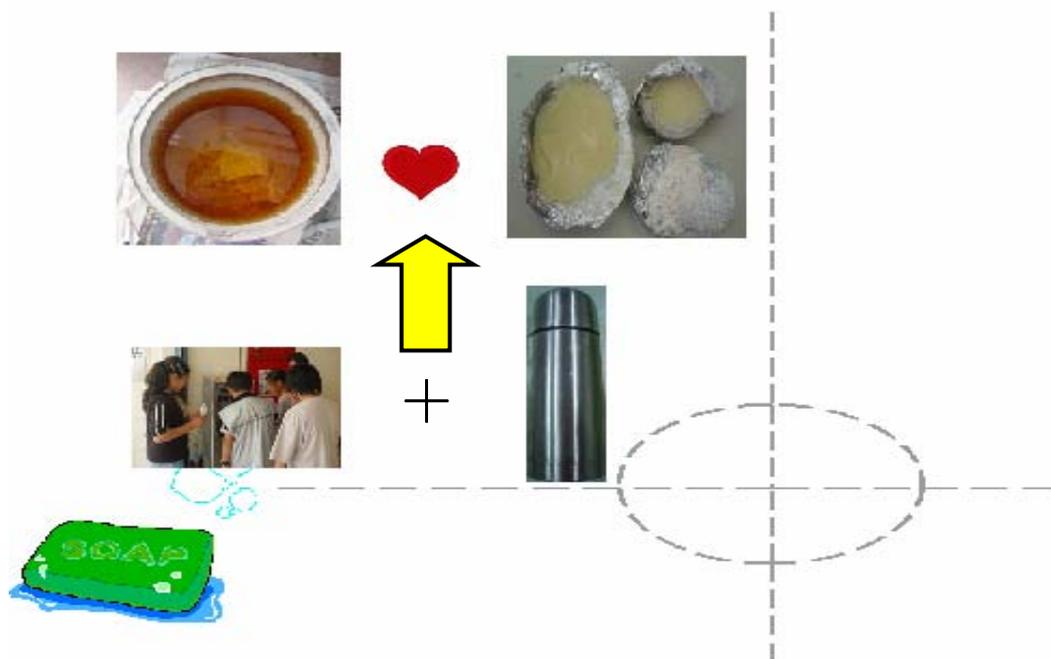
保溫瓶與回鍋油的初戀

學校名稱：屏東縣恆春鎮水泉國民小學

作者： 小六 張琬敏 小六 邵靜如 小六 尤詩怡 小五 張建文 小五 黃怡錚	指導老師： 盧子璿 陳建志
---	-------------------------

關鍵詞： 保溫瓶、回鍋油、環保節能皂

保溫瓶與回鍋油的初戀



壹、摘要

生活在能源有限的地球，「節能」是世界各國極為重視的議題。本次實驗是以極為環保的方式，使用學校中央廚房每天剩餘的回鍋油為原料，以保溫瓶裝熱水，讓回鍋油產生皂化反應，取代以往的酒精燈以及電磁爐加熱的方式。另外，再以海水代替食鹽作鹽析、舊絲襪代替濾紙來過濾，達成「環保節能」製造肥皂的目的，期待為維護生態環境盡一己之力。

研究結果證實了保溫瓶確實能應用於肥皂的製作上，且亦與一般市售肥皂具有同等的去污力。保溫瓶肥皂在 40g NaOH、50ml 熱水、40g 回收油以及 10 分鐘保溫的控制下效果極佳，經過鹽析之後酸鹼值也接近中性，且相當平滑，無論是洗手或是衣物洗淨都有不錯的效果。

貳、研究動機

一、研究緣起

在學校的中央廚房裡，使用過的回鍋油或是廚餘所殘留的油漬，在處理上有相當的難度，而廚工阿姨有時也會把油倒入廚餘桶內「眼不見為淨」，殊不知這麼做會滋生蟑螂且污染環境，把回鍋油變肥皂，不但能解決學校回鍋油的問題，同時也為學校省下購買肥皂的費用，可謂一舉數得。

製作肥皂往往都是將所需材料混和加熱後，再利用鹽水鹽析；然而在能源有限的地球，節能成了時下關注的議題之一。因此，本次實驗的肥皂製作，採用各種環保的方式，使用回鍋油與海水，並運用保溫瓶進行皂化，取代以往的加熱方式，以舊絲襪代替濾紙來過濾，減少濾紙的使用。而保溫瓶製作肥皂的概念，是我們由「節能」觀念出發及閱讀相關書籍後得到的啓示。因此，我們將題目定名為「保溫瓶與回鍋油的初戀」，代表他們兩個看似無關，卻又能夠緊密結合，如此生生不息的概念。

本實驗並綜合我們在國小康軒版自然與生活科技所學的探討（王美芬，2005）：

- （一）自然與生活科技第七冊「物質的變化」中學會物質由液態變為固態的原則與方法。
- （二）自然與生活科技第八冊「水溶液」中學會體驗溶液的酸鹼性質。
- （三）自然與生活科技第八冊「生物與環境」中學會從探討活動中學習蒐集資料、整理及分析資料、形成待答問題、控制變因並進行驗證。
- （四）在自然與生活科技第六冊「運輸工具與能源」以及第八冊「生物與環境」中體會資源的有限與珍惜使用的重要。

二、研究方向

在確定好研究的主題是將蒐集多日的廚餘所過濾出來的油製成肥皂之後，科展小組便將本次過程將其定位為三大主軸，六大方向，並架構出環狀構圖。

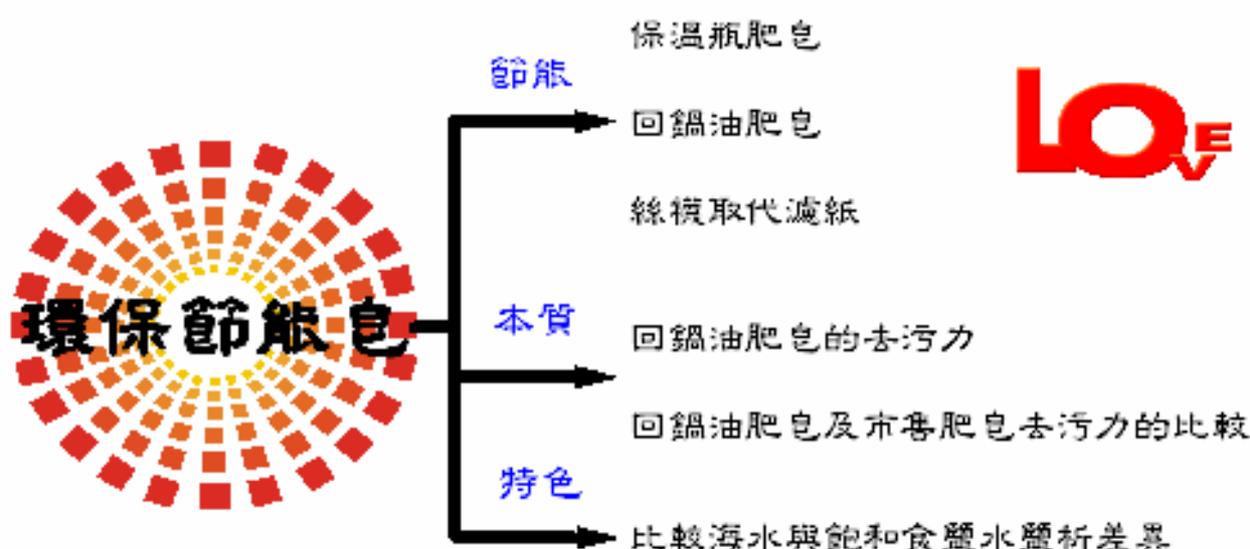


圖 1 環保節能皂環狀構圖
資料來源：科展小組自行編製

參、研究目的

研究目的這部分我們探討的是本次實驗欲探究的方向以及目標，並據以編製相關策略性構圖。

一、環保節能皂策略性構圖

題目選定好以後接著是實驗，在探究過我們所欲討論的議題之後，可將其前因後果繪製成下圖 2 所示，據此提出研究目的。

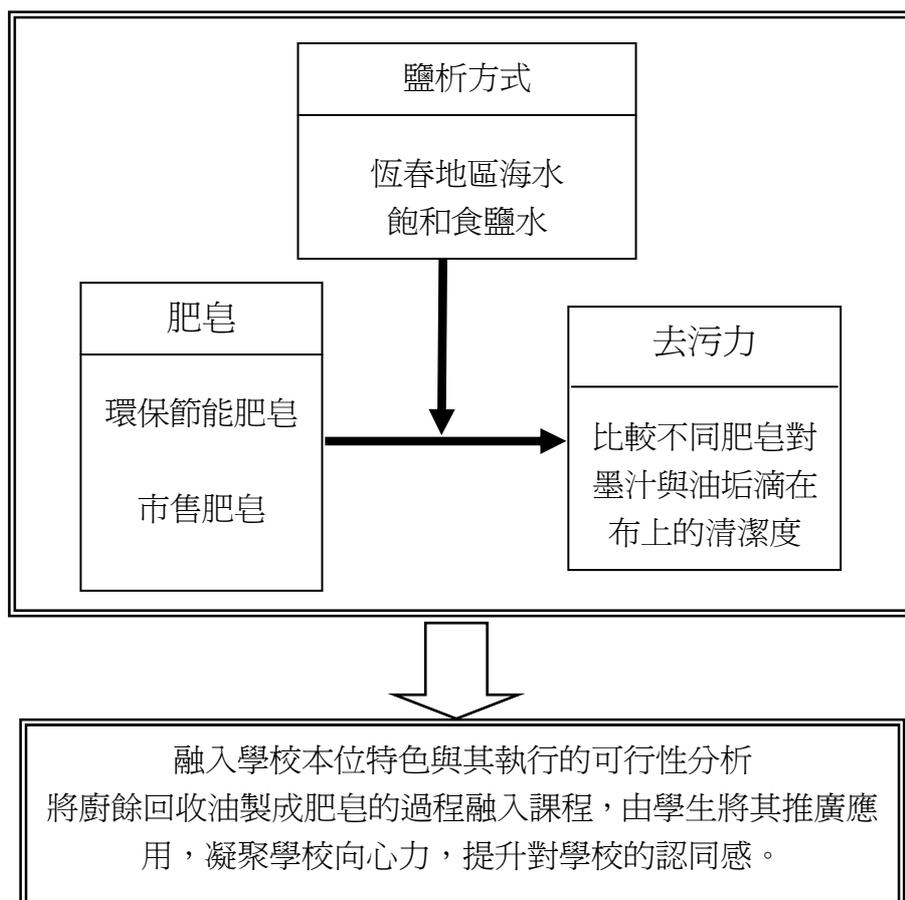


圖 2 環保節能皂策略性構圖

資料來源：科展小組自行編製

二、研究目的

- (一) 運用保溫瓶製作肥皂，達成環保節能的目標。
- (二) 運用回鍋油製作肥皂，達成環保節能的目標。
- (三) 運用舊絲襪取代濾紙進行過濾，達成環保節能的目標。
- (四) 探究環保節能皂的去污力。
- (五) 使用恆春地區海水鹽析，分離甘油與肥皂。
- (六) 透過肥皂的共同使用，凝聚學校向心力。

肆、研究設備及器材

器材部分

1. 燒杯(500ml)、量筒(250ml, 25ml) 數個
2. 電磁爐
3. 攪拌棒五枝
4. 保溫瓶
5. 盛裝肥皂容器若干(貝殼、布丁盒)
6. 溫度計
7. 廣用試紙
8. 磅秤一組
9. 舊絲襪一雙



材料、藥品部分

1. 回鍋油一桶
2. 酒精一瓶
3. 食鹽一包(製作飽和食鹽水用)
4. 海水數公升
5. 氫氧化鈉固體一瓶
6. 布類用品(如抹布或紗布等)
7. 墨汁、油垢等物品
8. 市售肥皂

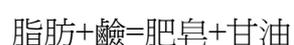


伍、研究過程或方法

一、先備知識

(一) 皂化反應-回鍋油肥皂的形成過程

油脂是一種酯類，與氫氧化鈉或氫氧化鉀溶液混合可生成鈉鹽或鉀鹽與甘油，此種反應稱為皂化反應，其中鈉鹽即俗稱的肥皂。



(二) 肥皂的清潔原理

肥皂分子有一項矛盾的特性，就是同時具有「親水基」及「親油基」，肥皂之所以能當作清潔劑，就是因為它這項特性，當肥皂溶解在水中，先以親油基包圍及乳化污垢並分解，接著再以另一端的親水基向外抓住水分子，將污垢帶走。

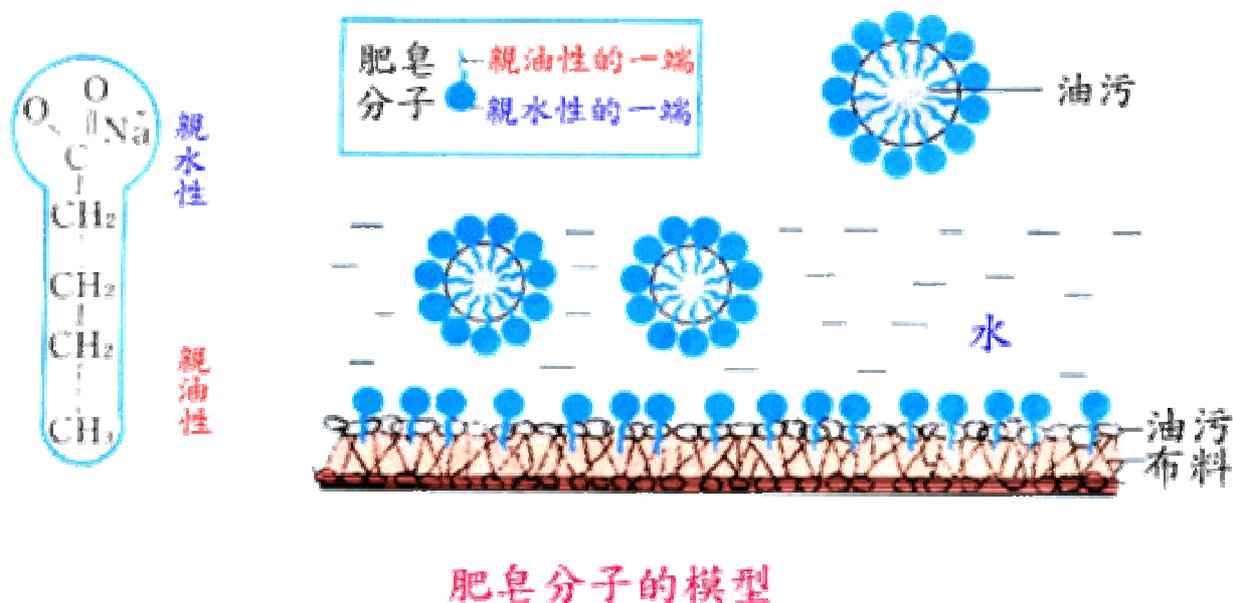


圖 3 肥皂分子的模型

資料來源：林宜玄（無日期）。生活科技概論-清潔劑，p.7。

二、研究流程

爲了讓研究團隊更能最精細的分工，我們將工作分門別類，以達有效的工作方式。其工作可分爲實驗前置作業之研究問題的選取—同儕討論腦力激盪的方式；實驗過程中的教育訓練—科學方法之適切性以及紀錄工作；實驗完成及發表的報告撰寫、科展發表—校內發表（肥皂公主/王子）、意見交流、評鑑工作、校內推廣及發表以及紀錄工作。

陸、研究結果

一、討論

【實驗一】保溫瓶與廚餘回收油肥皂製作的可能性與否？

(一) 實驗過程摘要

1. 把廚餘回收油、氫氧化鈉水溶液加入保溫瓶中，適度搖晃並靜待數分鐘。
2. 將反應物倒入飽和食鹽水中鹽析。
3. 將最後的成品從鹽水中利用舊絲襪過濾，倒入模子，風乾，最後就完成保溫瓶肥皂。

(二) 詳細實驗步驟

第一次實驗

1. 取 40g 片狀 NaOH，以及 50ml 攝氏 90 度熱水，加入保溫瓶中，適度攪拌，使其溶解。
2. 將 40g 廚餘回收油倒入保溫瓶中，適度搖晃，加蓋保溫 20 分鐘。
3. 準備好 500ml 飽和的食鹽水，將保溫瓶中的糊狀成品倒入海水中，攪拌。
4. 自鹽水中用舊絲襪過濾糊狀成品，倒入模子，風乾。

以下九次實驗之詳細步驟除第四次實驗外，皆同實驗一，唯改變保溫時間。自第一次實驗的 20 分鐘保溫時間起，每次實驗均將保溫時間依次遞減兩分鐘，各為 18、16至 2 分鐘。

至於第四次實驗，其步驟均同第一次實驗，但這次我們將材料劑量更改，氫氧化鈉改為 20g，廚餘回收油改為 80g。

(三) 實驗結果記錄

第一次實驗的肥皂成品似乎有些反應過度，糊狀部分幾乎快凝結成固體，並有部分黏著在保溫瓶上。將之倒入模子，經過一天的乾燥後，成品為乾硬塊狀且容易碎裂。此時我們試用隔水加熱法欲將已乾硬的肥皂融化，但經過 20 分鐘的隔水加熱還是無法將之融化，成品有相當多一粒一粒類似氣孔的感覺。

第二次實驗肥皂成品雖然反應時間縮短，但是因為搖晃過度，導致反應過度，糊狀部分幾乎快凝結成固體，並有部分黏著在保溫瓶上。其成果類似第一次實驗，肥皂相當堅固，且不易隔水加熱，導致成效不佳，其成果雖經由手工將其捏製成固態，但仍然相當堅硬。

第三次實驗的結果較為成功，從保溫瓶中倒出的糊狀物較第一次鬆軟，而經過一天的風乾後，成品也比較不易碎裂。此時我們試用隔水加熱法將肥皂融化，但經過 20 分鐘的隔水加熱還是無法將之融化，可能因為肥皂本身的水已經被風乾了。

第四次實驗肥皂成品雖然反應時間縮短，但是因為氫氧化鈉不足，且加上前幾次的實驗中油脂幾乎完全反應完畢，因此本次的實驗加入較多的油脂，但卻造成反應不足，糊狀部分仍有油脂存在。因此在經過鹽析之後，基本上鹽析的水也都呈現混濁狀，可知油脂相當多。

第五次實驗的結果較第四次成功，從保溫瓶中倒出的糊狀物大多是呈現完全的糊狀，且經過鹽析之後，所呈現的結果也是相當成形，基本上是液態的肥皂。但經過隔水加熱，以及利用冰水加以成形之後，製成的肥皂鹼性偏強，因此比較不適合洗手。

第六次實驗的結果相當成功，從保溫瓶中倒出的糊狀物幾乎呈現完全的糊狀，可說

是最完整的狀態。經過鹽析後，基本上呈現出液態肥皂的樣子。之後再經過隔水加熱，以及利用冰水加以成形之後，製成的肥皂已經能夠洗手且相當平滑，且經由酸鹼檢定之後，已經接近中性。

第七次實驗的結果較第六次不成功，但是從保溫瓶中倒出的糊狀物，也幾乎大多是呈現完全的糊狀，經過鹽析之後，所呈現的結果也是相當不錯，基本上是液態的肥皂。不過經過隔水加熱及利用冰水加以成形之後，成果並非相當平滑，出現相當多的縫隙，製成的肥皂鹼性偏強，比較不適合洗手。

第八次實驗的結果從保溫瓶中倒出的糊狀物大多是呈現完全的糊狀，而經過鹽析之後，所呈現的結果也是相當不成形，基本上是液態的肥皂，不過也是出現和之前類似的問題，也就是肥皂過硬的問題，因為肥皂過硬，導致說在風乾之後，便無法從燒杯中取出，因此也沒有隔水加熱的打算。

第九次實驗的肥皂成品反應似乎有些不足，且基本上油脂還是相當多。推測原因應為保溫時間不足，因此成品在經過鹽析之後，鹽析過後的液體也都呈現混濁狀，可知油脂相當多。

第十次實驗的結果基本上相當失敗，因為我們在嘗試研究時，一開始所設定的時間較長，而過長的時間造成實驗的失敗，因此從第六次實驗開始，便從較短的時間點逐漸切入，但結果卻不甚理想。從保溫瓶中倒出的糊狀物相當稀，且幾乎都沒有成形。

(四) 絲襪過濾成果評估

基本上，絲襪過濾的成效不錯，已經可以取代濾紙的效果了，亦可將肥皂以及多餘的水份分離開來。此外，運用絲襪取代濾紙的附加價值還包括能將水份快速擰乾，快速塑形，可說是除了節能以外的另外一項價值。



表 1 【實驗一】廚餘回收油肥皂製作之研究摘要

實驗編號	控制變項	研究成果	參考圖片
一	40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 20 分鐘保溫	1. 「蝦味仙」肥皂。 2. 成品為乾硬塊狀且容易碎裂。 3. 表面有一粒一粒類似結晶的顆粒。 4. 將之放入燒杯中隔水加熱 20 分鐘，肥皂完全沒有融化的現象。	
二	40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 18 分鐘保溫	1. 「石膏」肥皂。 2. 有部分成品黏著在保溫瓶上。 3. 質地堅硬。 4. 經過長時間的隔水加熱，仍然無法融化。	
三	40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 16 分鐘保溫	1. 「番薯」肥皂。 2. 糊狀物較為鬆軟，但風乾後難以隔水加熱。	
四	20g NaOH 50ml 熱水 80g 回收油 14 分鐘保溫	1. 「蛋花湯」肥皂。 2. 鹽析的水呈現混濁狀。 3. 無法成形。	

<p>五</p>	<p>40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 12 分鐘保溫</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「過鹼肥皂」。 2. 接近肥皂雛型，但鹼性偏強。 3. 表面有凹凸不平的情形發生。 4. 經過隔水加熱，並以冷水沖洗加以成形後，凹凸不平的情形有改善。 	
<p>六</p>	<p>40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 10 分鐘保溫</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「中性」肥皂。 2. 接近一般使用肥皂硬度。 3. 接近中性。 4. 經過隔水加熱，風乾成形後，表面相當平滑。 	
<p>七</p>	<p>40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 8 分鐘保溫</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「過鹼肥皂」。 2. 接近肥皂雛型，但鹼性偏強。 3. 經過隔水加熱後，表面還是有凹凸不平的情形發生。 	
<p>八</p>	<p>40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 6 分鐘保溫</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 「硬梆梆肥皂」。 2. 在鹽析後，因為有相當多的肥皂溶於水中，因此在倒入模子時無法有效過濾出肥皂。 3. 風乾後成品相當乾硬，無法取出模子。 	

九	40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 4 分鐘保溫	1. 「稀飯」肥皂。 2. 鹽析過後的液體也都呈現混濁狀。 3. 難以形成肥皂的樣子。	
十	40g NaOH 50ml 熱水 40g 回收油 2 分鐘保溫	1. 「稀飯」肥皂第二代。 2. 糊狀物相當稀，且幾乎都沒有成形，可說尚未反應完成。	

【實驗二】環保節能肥皂以及市面上肥皂去污力的比較。

(一) 實驗過程摘要

1. 分別滴加一至兩小滴液體至三塊棉布上。
2. 將環保節能皂與一般市售肥皂各取 5g，溶解於 15ml 的水中，分別滴 3 滴至兩塊棉布上，第三塊棉布只滴 3 滴清水。
3. 經過 5 分鐘後，分別用清水洗滌，觀察三塊棉布上液體的殘留情況。

(二) 詳細實驗步驟

第一次實驗：廚餘油漬的清潔效果比較

1. 分別將 1 小滴廚餘油漬，滴至三塊棉布上。
2. 將環保節能皂及一般市售肥皂各滴 3 小滴至兩塊棉布上，第三塊棉布滴上 3 滴清水。
3. 經過 5 分鐘後，分別用清水洗滌，觀察三塊棉布上廚餘油漬的殘留情況。

第二次實驗：墨汁污漬的清潔效果比較

作法同第一次實驗，但將滴廚餘油漬改為滴墨汁。

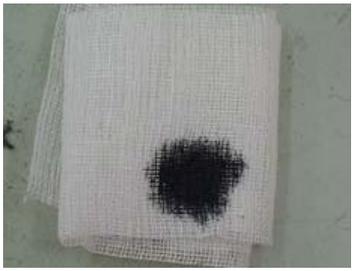
(三) 實驗結果記錄

在第一次廚餘油漬去污力的實驗裡面，滴上自製環保節能皂、市售肥皂和只滴清水的對照組三塊棉布，以目測判斷比較三塊棉布，殘留廚餘油漬顏色最深的是只滴清水的棉布，而自製環保節能皂和市售肥皂殘留的油漬，相較於只滴清水的棉布殘存的油漬顏色較淡。

在第二次的墨汁去污力實驗裡，同樣是三塊棉布各滴上 1 滴墨汁後，分別滴上自製環保節能皂、市售肥皂和清水。實驗結果經過肉眼觀察，滴上自製環保節能皂與市售肥皂的棉布，殘留墨跡似乎有淡化的趨向，但周圍原本潔白的棉布，被暈染的情形也相對嚴重；而清水滴上的墨跡棉布，在經過一次的清水洗滌後，墨跡淡化的程度較不明顯，不過相對而言也較無墨汁暈開的現象發生。

表 2 【實驗二】環保節能肥皂以及市面上肥皂去污力研究摘要

廚餘油漬 實 驗	環 保 節 能 皂	一 般 市 售 肥 皂	清 水 洗 淨
肥 皂 水			清 水
廚餘油漬 未清洗前			
清 洗 後			
結 果	油漬變得較淡	油漬變得較淡	相較之下，是油漬殘留最多，顏色最深的一塊棉布。

墨汁去污力實驗	環保節能皂	一般市售肥皂	清水洗淨
肥皂水			清水
墨汁污漬未清洗前			
清洗後			
結果	自製環保節能皂的棉布，殘留墨汁淡化，但周圍原本潔白的棉布，被暈染的情形也相對較嚴重。	與自製環保節能皂情形差不多，殘留墨汁淡化，但周圍的棉布也有被暈染的情形發生。	清水滴上的墨汁棉布，經過洗滌後，墨汁淡化的程度較不明顯。

【實驗三】比較天然海水與飽和食鹽水鹽析功能是否有差異

由於本校位處恆春地區，海水為我們隨手可得的資源，根據施佩姍、陳芝媛和黃筱琪（2005）的報告指出，鹽析需要飽和食鹽水，因此我們所利用的天然海水須先經過恆春的烈日曝曬，使其水分蒸發出現海鹽結晶，再將海鹽結晶溶解於水中成為飽和食鹽水。

（一）實驗過程摘要

1. 將皂化完成的肥皂及其他產物先以廣用試紙測定酸鹼度。
2. 將肥皂產物各舀一湯匙分別倒入飽和食鹽水和飽和天然海鹽水，以及清水。
3. 分別過濾三種溶液所鹽析出來的肥皂，並分別測量酸鹼度及比較觸感。

（二）詳細實驗步驟

1. 從保溫瓶倒出剛皂化完成的產物，取三小滴糊狀肥皂，以6滴水溶解後，用廣用試紙測定酸鹼度。
2. 將糊狀肥皂各取一湯匙，分別加入（1）飽和天然海鹽水、（2）一般飽和食鹽水

以及(3)一般清水中。

3. 以舊絲襪將三杯溶液中的糊狀肥皂過濾出來。
4. 分別再以廣用試紙檢驗三者的酸鹼度，並以手感覺三者的觸感。

(三) 實驗結果記錄

環保節能皂經過三種溶液的鹽析之後，可以觀察到不管是飽和海鹽水、飽和食鹽水以及清水的鹽析，酸鹼度都有偏向較中性的情形。而在風乾一天過後的形狀以及觸感方面，經過飽和海鹽水和一般食鹽水鹽析後的差異不大，都變成固體的肥皂，但可能由於並沒有再經過隔水加熱，表面還是凹凸不平。

表 3 【實驗三】比較天然海水與飽和食鹽水鹽析功能研究摘要

鹽析功能比較	飽和海鹽水	飽和食鹽水	一般清水
鹽析前肥皂的酸鹼度			
三杯溶液			
鹽析後的酸鹼度			
風乾後的形狀及觸感	經過一天的風乾後變成乾硬的肥皂，表面不平整。	經過一天後，已經成形，表面較為凹凸不平，似有不明小顆粒的結晶。	經過一天風乾後，只比糊狀的肥皂稍微凝固一些，等稍微成形後，表面會有小凹洞。

柒、討論

一、何種劑量及控制變項下做出的肥皂最好？

保溫瓶肥皂在 40g NaOH、50ml 攝氏 90 度熱水、40g 回收油以及 10 分鐘保溫的控制下效果最好，經過鹽析之後酸鹼值也接近中性，且相當平滑，洗手或去污均有一定成效。

二、回鍋油肥皂去污力的效果？

基本上，回鍋油肥皂與市售一般肥皂的去污效果差不多，無論是在洗滌油漬或是墨漬上均大約呈現相等的效果，顯示出即便是廢油也能在經過處理之後，變成具有清潔力肥皂的道理。

三、恆春區海水鹽析的可行性與否？

基本上，恆春地區的海水，在經過恆春地區的特產之一「烈陽」的曝曬之後，已經能夠變為飽和食鹽水，因此在鹽析上，自然是能夠取代一般飽和食鹽水。

四、舊絲襪取代濾紙進行過濾的好處有那些？

不但可環保節能，操作上，可直接擰乾去水乾燥，比濾紙簡單且有效。

五、本實驗中，已經乾硬的肥皂如何將之再次融化塑形？

由於肥皂已經風乾成塊狀，若想置於燒杯中直接加熱使其融化的話，可能會有受熱不均的情形。因此，小組成員中有人想到過去吃巧克力鍋的經驗—以水盆隔水加熱。於是我們就決定以同樣的方法隔水加熱來融化我們的肥皂。

然而一開始隔水加熱的過程並不順利，我們隔水加熱了二十分鐘，仍然無法將乾硬的肥皂融化，推敲其原因可能是由於肥皂體積太大，因此在之後的過程當中，我們嘗試將已經乾硬的肥皂切成小塊，使其反應面積增大，或是加入一些酒精和水使其更易融化。

六、肥皂製作完成後，是否鹽析有什麼差別？

- (一) 鹽析後，可除去多餘的氫氧化鈉，減低鹼性，比較不傷皮膚。
- (二) 經過鹽析的肥皂有較脆硬的表皮，但是乾燥後表面會留有食鹽結晶。

七、校園內自製肥皂之成效高低？

同學們都相當熱愛校園，在本小組成員校內發表完之後，同學們得知學校有這麼豐沛的資源，也都想要自己來製作肥皂，在本小組成員運用相關課程將肥皂推廣出去之後，現在幾乎中高年級每位學生都有獨立製作肥皂的能力。現在，我們學校已經有大多數的班級是用自己製作的肥皂洗手囉！

捌、結論

關於自製肥皂的資料相當多，但在環保意識抬頭的時代中，要如何找出最節能的肥皂作法就是我們的使命，在瞭解皂化原理以及肥皂清潔原理後，依此理論落實到自製肥皂，利用

氫氧化鈉和油脂的反應，加上保溫瓶的搭配及舊絲襪代替濾紙的過濾方式，得到環保節能皂。

本次研究得到以下之結論：

- 一、保溫瓶肥皂在 40g NaOH、50ml 攝氏 90 度熱水、40g 回收油以及 10 分鐘保溫的控制下效果最好。
- 二、回鍋油肥皂與市售一般肥皂的去污效果差不多。
- 三、恆春區海水經烈日曝曬後能成為飽和食鹽水。
- 四、環保節能皂能結合學校本位特色課程，且中高年級皆有製作的的能力。
- 五、舊絲襪確實能取代濾紙進行過濾的動作。
- 六、乾硬的肥皂在隔水加熱時，能將其切成小塊，並且加入酒精幫助溶解。
- 七、鹽析能使肥皂較不傷手，但肥皂的外觀不易平整。

這應該是很值得推廣為社區動手作的一項活動！而實作後的成果，更是讓全校師生熱愛使用校園自製肥皂，凝聚學校的向心力，進而促進學校整體認同感的提升。

玖、參考資料及其他

施佩姍、陳芝媛和黃筱琪（2005）。**氫氧化鈉溶液濃度對肥皂成品之影響**。取自 <http://www.shs.edu.tw/works/essay/2005/10/2005103118491938.pdf>。

王美芬（2005）主編。**國小自然與生活科技 教師手冊第八冊（六下）**。台北：康軒文教。

林宜玄（無日期）。**生活科技概論-清潔劑**。

相關發表圖片紀錄



校內推廣環保節能皂洗手，凝聚學校向心力



自製環保節能皂-貝殼造型（呼應學校特色）



科展成員示範如何自製環保節能皂



科展成員引導中年級學生製作環保節能皂

【評語】 081527

能運用回鍋油自製肥皂立意很好，但題材已舊，相關研究實驗已多，故探究價值不高。