

屏東縣第 66 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：落葉不只能堆肥：校園常見植物古法製皂

關 鍵 詞：落葉灰、肥皂、皂化

編號：A3006

落葉不只能堆肥：校園常見植物古法製皂

摘要

本研究旨在利用古法製皂技術解決落葉過剩的問題。研究團隊選用榕樹、大花紫薇與大葉欖仁的落葉灰調製鹼水，並嘗試與豬油進行皂化反應，藉此減少校園廢棄物並節省清潔開銷。實驗過程中詳細測試了不同的水鹼比例與油鹼比例，並針對溫度與攪拌時間進行兩次改良嘗試。雖然最終因皂化反應未完全成功而未能製出具清潔功能的肥皂，但研究仍歸納出比例調整的建議。這項研究展現了實踐環境保護的行動力，並為未來的自然觀察與化學實驗提供了寶貴的失敗樣本與修正方向。

壹、前言（含研究動機、目的）

一、研究動機

校園中的落葉總是掃也掃不盡，雖然學校有落葉集中區，但只要到落葉季，集中區的落葉漫到操場，裡面容易躲蛇、也很影響運動。這個學期我們參加學校的科學探究社，老師教我們要從生活中發現問題，並且思考解決問題的辦法，於是我們開始想著怎麼解決這些落葉，如果能變成可以利用的資源，比起直接丟棄更好了！

我們利用兩節課的時間上網查找資料，與其製作落葉堆肥，需要購買培養堆肥的菌還要時常翻土，學校不是農田也不需要常常施肥，我們發現焚燒落葉之後的灰燼可以與水結合成鹼水，如果要製作成豆腐我們不敢食用，但我們發現鹼水結合豬油可以製作成肥皂。

學校在每個洗手台都會提供肥皂或洗手乳，這也是一筆開銷，如果能用落葉來製作肥皂，一來可以解決落葉太多的問題，二來就可以節約學校購買肥皂的花費，落實環保！

二、研究目的

（一）透過不同落葉製作肥皂的設計實驗，具體目的如下：

- 1.探討不同校園常見植物落葉製作肥皂的成功率差異。
- 2.探討不同水鹼比例製作肥皂的成功率差異。
- 3.探討不同油鹼比例製作肥皂的成功率差異。
- 4.探討不同校園常見植物落葉製作肥皂的清潔程度差異。

（二）待答問題：

- 1.以不同校園常見植物落葉製作肥皂，何種成功率最佳。
- 2.以不同水鹼比例製作肥皂，何種成功率最佳。
- 3.以不同油鹼比例製作肥皂，何種成功率最佳。
- 4.綜合比較後，何種落葉皂的清潔程度最佳。

三、文獻回顧

（一）皂化：

要製作肥皂就要瞭解皂化反應，透過資料我們知道「油脂+鹼會產生肥皂+甘油」，油脂（三酸甘油酯）在鹼性環境下（如氫氧化鈉或氫氧化鉀）水解，生成高級脂肪酸鈉（肥皂）與丙三醇（甘油）的反應。雖然化學式對我們來說已經超出學習範圍，但實際應用在生活中，看著自學影片可以瞭解整個實驗過程。

（二）製作肥皂：

很多體驗活動或是學校都會有製作肥皂的課程，但主要是利用皂基融化之後，加入喜歡的原料再倒入造型容器中定型，就可以做出好玩的肥皂。而皂基其實就是預先製作好的固體肥皂原料，利用皂基製作肥皂就只是融化之後重新塑形的過程，並不能實踐我們想解決學校落葉過多這個問題的解方，而不使用皂基，我們查到很多資料都是使用氫氧化鈉（NaOH）加水製作鹼性水溶液，但同時我們也查到氫氧化鈉加水之後會產生熱，一旦不慎發生飛濺會十分危險，而且若使用化學原料，也就不符合我們追求天然永續的核心概念。

因此我們找到古法製作肥皂的方法，其中鹼水是使用草木灰，正好我們可以用學校落葉焚燒後的灰燼取代，這樣一來就可以透過這種方式製作出天然的肥皂。

貳、 研究設備及器材

一、設備、材料：(照片來源：作者拍攝)



二、紀錄用具：平板（查找資料）、手機（拍攝）、影印機、影印紙、文具。

三、安全設備：(照片來源：作者拍攝)



參、 研究過程或方法

一、名詞解釋及符號定義

(一) 校園常見植物：採用本校最常見的三種樹種，且能配合實驗期間落葉（如下表）。

名稱與位置	1.欖仁葉 (半戶外球場東側)	2.大花紫薇葉 (半戶外球場東側)	3.榕樹葉 (前庭小溪南側草皮)
樹木樣貌			
落葉樣貌			

(二) 落葉灰：蒐集落葉焚燒冷卻後，蒐集而來的灰白色細末。

(三) 水鹼比例：以自來水加入落葉灰攪拌過濾後，得到本研究中所使用的鹼水；落葉灰與自來水的體積比例依實驗所需有所不同。

(四) 油鹼比例：本研究進行的實驗需要皂化，油使用的是豬油、鹼則是落葉灰鹼水；液態豬油與鹼水的比例依實驗所需有所不同。

(五) 成功率：如右圖，本研究成功做出肥皂的定義為加水塗抹於手搓揉後會起泡，且具清潔能力；成功率則為成功次數除以實驗次數。

(六) 清潔程度：透過雙手或沾有髒汙的布，清洗後的乾淨程度。



二、研究架構圖



↑ 圖 3-1：研究架構圖

肆、研究過程與結果

一、實驗前置作業：

本研究所需要的條件須配合自然植物的生長週期，因此在初步植物種類的選定上，已經排除無法符合實驗期間落葉的植物，選擇榕樹、大花紫薇、大葉欖仁三種，將落葉燒成落葉灰，與水按實驗需求比例調製成鹼水。

（一）安全規範：

由於製作肥皂需要用到「火」，無論是在前置作業的落葉燒成灰，還是在油鹼進行混和時需要用火，都需要高規格嚴正以待，因此在確定實驗之前，老師就利用學校的消防設備進行解說；在實驗室中，我們使用的是防火毯，利用隔絕空氣的方式隔絕助燃物已達滅火功效，如果使用卡式爐不慎引燃其他物品，可以利用此方式初步滅火，而在戶外燃燒落葉時則使用滅火器滅火；老師有特別提醒，如果火苗已經超過 25 公分，大概是我們小腿肚的位置，直接放棄滅火，必須趕快請學校老師處理或撥打 119，我們私下也不可以自己進行實驗。



↑圖 4-1：實驗前安全教育與明確說明規範。（來源：作者拍攝）

（二）製作落葉灰：



↑圖 4-2：將蒐集來的落葉燒成灰燼。（來源：作者拍攝）



↑圖 4-3：蒐集落葉灰。
（來源：作者拍攝）

由於我們實驗的落葉有三種，為了避免相互汙染、落葉灰燼隨風亂飛，所以準備了三個鐵桶分別燃燒。

在過程中，我們發現落葉燃燒時產生的濃煙很大，而且三種煙的顏色和氣味都不同，最難聞的是榕樹葉，有種茶樹精油的味道；最好聞的則是欖仁葉，比較清淡有草木香。落葉燃燒的濃煙介於白色、米色和黃色之間，當濃煙冉冉升起，我們也有思考是否會造成空氣汙染？但由於跟我們本次研究的主軸偏離太遠，因此沒有特別針對濃煙的成分進行更詳盡的分析。

燃燒完的落葉灰非常燙，必須等冷卻才能蒐集，但因為課程的關係我們只能用下午的時候進行，本來想等到隔天再裝成罐，卻擔心風太大或下雨會將灰燼吹走，後來我們只能選擇用燒杯暫時蒐集，避免容器被高溫燒壞。

二、實驗設計的統合

(一) 什麼比例的鹼水與油製作肥皂最好成型？																		
落 葉	1. 欖仁葉						2. 大花紫薇葉						3. 榕樹葉					
水 鹼	2:1		1.5:1		1:1		2:1		1.5:1		1:1		2:1		1.5:1		1:1	
油 鹼	2:1	1.5:1	2:1	1.5:1	2:1	1.5:1	2:1	1.5:1	2:1	1.5:1	2:1	1.5:1	2:1	1.5:1	2:1	1.5:1	2:1	1.5:1
皂 化 時 間																		
成 型 時 間																		
(二) 不同比例與落葉種類，何者的酸鹼值最佳？																		
(三) 哪種肥皂的去汙力強？																		

↑圖 4-4：初步設計。（來源：作者截圖）

(一) 三種植物、不同水鹼比例、不同油鹼比例同步實驗的可能性：

由於皂化需要時間，我們無法一種落葉灰做完再來進行下一種，它們彼此間也不會互相干擾，因此我們試想：只要有足夠的設備，我們是可以同時進行三種不同落葉製作肥皂的。而我們在網路上查找資料，都找不到這種古法製「皂」的最佳比例，所以我們發揮實驗精神，透過實驗找尋最棒的比例。

談到比例又涉及水鹼的比例與油鹼的比例，因此我們想到水與鹼各抓 2:1、1.5:1、1:1，油與三種不同的鹼水再各用 2:1、1.5:1 的比例混合，總共有三種落葉，因此需要分別配置 18 種結果。

(二) 實驗困境：

我們利用燒杯量出不同比例的水與落葉灰（此處僅能用體積比），攪拌混合之後透過棉布濾掉落葉灰，製作出不同水鹼比例鹼水。由於皂化需要的就是油加上「鹼水」，我們必須確認這樣做出來的水，真的是鹼性的，因此我們使用紅藍石蕊試紙確認，結果均為藍色石蕊試紙不變色、紅色石蕊試紙變藍色，證實落葉灰與水混合後過濾之澄清水為鹼性溶液。



↑圖 4-5：測得藍色石蕊試紙不變色（左 1、3）紅色石蕊試紙變藍色（左 2、4）。（來源：作者拍攝）



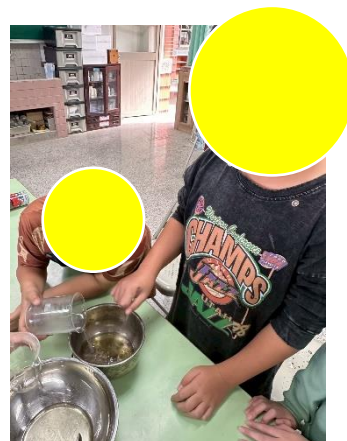
↑圖 4-6：三種落葉灰以不同水鹼比例製作成的鹼水。
（來源：作者拍攝）

三種落葉灰個別以不同比例製作好鹼水，可以看到不同的植物灰製作出來的鹼水也略有不同，左邊三杯為榕樹落葉灰鹼水、中間三杯為大花紫薇落葉灰鹼水、右邊三杯為欖仁樹落葉灰鹼水。

進行實驗時為冬天，氣溫較低，豬油為固態，因此需要加熱融化為液態，我們先用榕樹葉植物灰鹼水加入已融化的豬油中，進行攪拌。

依照資料顯示，加入鹼水後，豬油應該會漸漸呈現白色，質地也會較細緻黏稠，但我們在做完第一輪榕樹落葉灰鹼水後，卻跟我們預想的情況大相逕庭，混合後的溶液還是非常稀。

→圖 4-7：油鹼混合攪拌後仍達不到理想狀態。
（來源：作者拍攝）



稍待片刻後，混合溶液慢慢變白，且有凝固的感覺，由於皂化需要時間，因此我們將溶液裝入回收洗淨的牛奶盒定型，決定隔一週再來看成果，且先不將所有鹼水一次做完，避免失敗後沒有鹼水可以使用還須從頭再燒落葉。

（四）紀錄：

我們原先有設計紀錄表，但由於實驗一直沒有成功，所以我們無法紀錄，跟老師討論後，我們決定用照片呈現，比較能清楚瞭解實驗的結果。



↑圖 4-8：原本設計的紀錄表。
（來源：作者拍攝）



↑圖 4-9：第一次做出來的成品。
（來源：作者拍攝）

經過一週，我們使用最直接的方式驗證，就是摺下一塊成品，直接用水抹開，結果發現這只是豬油，並非能起泡的肥皂。

→圖 4-10：第一次實驗成品未能變成肥皂。
（來源：作者拍攝）

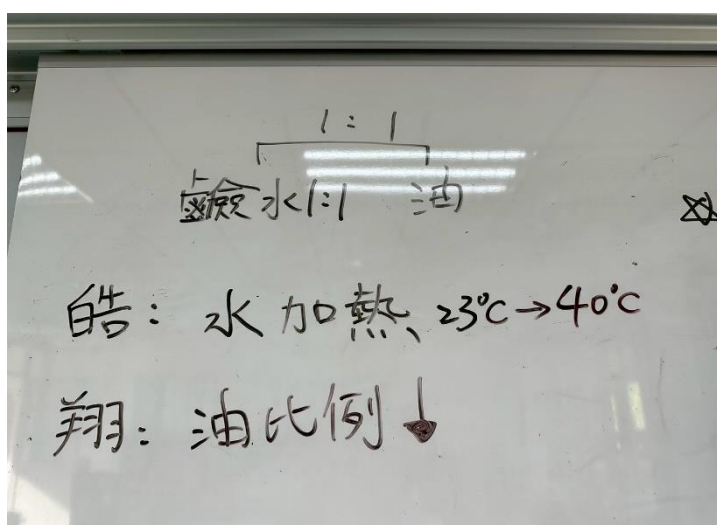


（五）我們的發現：

本次實驗使用榕樹植物灰鹼水針對「不同水鹼比例」、「不同油鹼比例」製作肥皂的比較，結果如下：

- 1.無論任何比例，本次實驗成品均未能變成肥皂。
- 2.油鹼混合攪拌時，液體呈現白色、裝入牛奶盒中能凝固，應該是豬油遇低溫而凝固。

三、改善實驗（一）



↑圖 4-11：提案討論。
（來源：作者拍攝）

（一）討論改善方向：

以水鹼比例的角度思考，1:1 應該能得到鹼性最強的鹼水；以油鹼比例思考，1:1 的比例應該是最能提升鹼性的作法。

因此我們朝這個方向思考改善方案，分別提出：

- 1.水鹼 1:1、油鹼 1:1，改變溫度。
- 2.降低油的比例。

（二）改良實驗的結果：



↑圖 4-12：改善實驗（一）過程與成果。
（來源：作者拍攝）

改變溫度方案，成品與第一次實驗無太大差別；降低油的比例方案，在攪拌時明顯感到濃稠，且倒入牛奶盒時成絮狀，很像濕掉的衛生紙。

（三）我們的發現：

- 1.油鹼混合時，降低油的比例，成品比較趨於成功的肥皂。
- 2.本次仍舊沒有成功的成品。
- 3.攪拌時間加長，能有助形成乳白濃稠的液體。

四、改善實驗（二）

（一）討論改善方向：

經過降低油的比例方案，成品的改變後，我們討論方向傾向增加鹼性或降低油的比例，經討論先以增加鹼性為主要目標，以1:2 油鹼比例做測試：

1. 浸泡：水鹼 1:1，增加浸泡時間。
2. 比例：水鹼 1:2。
3. 蒸發：水鹼 1:1，加熱蒸發 100cc。

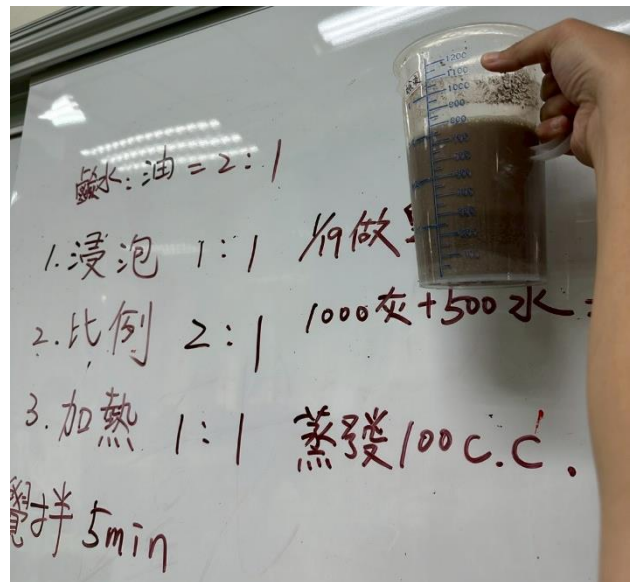
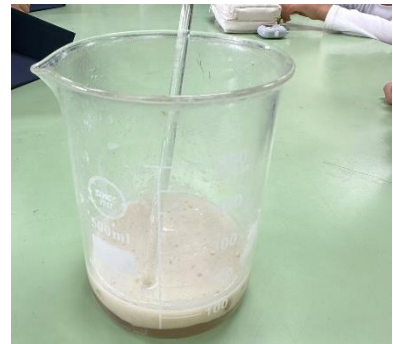


圖 4-13：提案討論。
（來源：作者拍攝）

（二）改良實驗的結果：



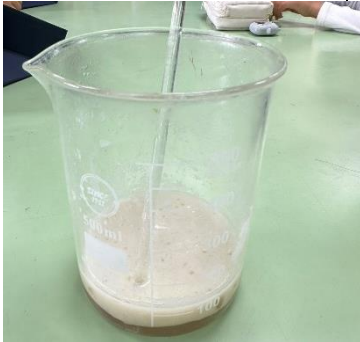
本次改良實驗因為提升落葉灰的比例，成品均呈現灰色。左圖為蒸發方案，產生很多水；中圖為比例方案，水很快被落葉灰吸收，因此只能做出一點點成品；浸泡方案，植物灰鹼水整整浸泡了一個月，但混合後效果最糟。

（三）我們的發現：

1. 本次依然沒有成功的成品。
2. 混合物成品的顏色令人不敢恭維。

五、實驗成品

(一) 紀錄：將實驗與改良實驗成果彙整成表，如表 4-1：

落葉皂成品紀錄表		
原始實驗設計成品		原始實驗設計成品（久放發霉）
		
改良實驗（一）加熱至 40°C		改良實驗（一）油鹼 1:2
		
改良實驗（二）蒸發	改良實驗（二）比例	改良實驗（二）浸泡
		

↑表 4-1：落葉皂成品紀錄表。（來源：作者自製）

(二) 我們的發現：

- 1.原實驗的成品因為被手摸過，大約一個月後就會發霉，無法持續皂化。
- 2.改良實驗（一）成品沒有發霉，卻也沒有持續皂化。
- 3.改良實驗（二）顏色黑灰，近聞有落葉灰的味道，沒有持續皂化。

伍、 討論

一、實驗設計的統合

- (一) 實驗結果顯示，原先設計的水鹼、油鹼比例，均無法成功產生皂化。
- (二) 攪拌後的混合溶液雖然有成乳白色，但沒有濃稠的感覺，以攪拌棒或湯杓離開液體，沒有牽絲的感覺，仍舊是流動的液態。
- (三) 裝入牛奶盒定型，很快就能凝固，但討論後我們認為是因為豬油在低溫狀態下又恢復成固態。

二、改良實驗（一）

- (一) 實驗結果顯示，降低油的比例達到油鹼 1:2，成品比起原實驗設計的結果，更接近皂化。
- (二) 無論加熱方案或降低油的比例方案，均無法成功皂化。

三、改良實驗（二）

- (一) 實驗結果顯示，單純以比例或加熱蒸發的方式無法對混合後的狀態產生太大改變；使用浸泡方式的成果最差。
- (二) 無論比例方案、加熱蒸發方案或浸泡方案，均無法成功皂化。

四、綜合評估：不同校園常見植物落葉製作肥皂的清潔程度

由於無法成功製作出肥皂，因此無法判斷清潔程度。

陸、 結論

- 一、落葉灰加水攪拌後，確實可以得到鹼性液體。
- 二、原實驗設計太理想化，成果均趨近豬油的狀態；經雙手塗抹搓揉，化為均勻油珠。
- 三、經兩次改良後，最接近成功皂化的方式是水鹼比例 1:1、油鹼比例 1:2。
- 四、單純用古法豬油加鹼水的方式製作肥皂，需要更多次實驗，確定掌握成功的比例與流程後，再延伸出不同植物之間的比較，此種作法較佳。
- 五、古法豬油加鹼水製作肥皂非常天然，但卻乏香氣且成品容易有豬油或落葉灰的氣味，可能會造成接受度低，為保持天然的精神，可以加入有香氣的植物。

柒、 未來展望

- 一、本研究欲透過古法製作肥皂，用以解決校園落葉過多的問題，同時也可以降低學校在每個洗手台提供肥皂、洗手乳的量，如果研發成功亦可以結合課程成為學校特色。
- 二、皂化需要長時間的等待期，因為科展比賽期限的緣故，本研究僅能做出失敗案例，在未來繼續實驗時提供避免錯誤的樣本。

參考資料及其他

【網路資源】

均一平台，【觀念 01】肥皂的酸鹼性與皂化反應實驗，2016 年 10 月 27 日，

<https://www.youtube.com/watch?v=J37YPdBNjgE>。檢閱日期：2025 年 12 月 4 日

阿皂屋編輯部，自製肥皂全攻略！手工皂製作基本材料、器材、注意事項，2023 年 4

月 26 日，<https://www.bob-soap.com/blogs/coarsepores/124562>。檢閱日期：2025 年 12 月 4 日

鹿星窟 手工皂，[今日小知識：草木灰真的能做出肥皂？]，2025 年 8 月 18 日，

[https://www.facebook.com/100057660871455/posts/%E4%BB%8A%E6%97%A5%E5%B0%8F%E7%9F%A5%E8%AD%98%E8%8D%89%E6%9C%A8%E7%81%B0%E7%9C%9F%E7%9A%84%E8%83%BD%E5%81%9A%E5%87%BA%E8%82%A5%E7%9A%82-%E9%80%99%E6%98%AF%E6%88%91%E8%8A%B1%E4%BA%86%E5%BE%88%E5%A4%9A%E6%99%82%E9%96%93%E5%AF%AB%E7%9A%84%E9%98%BF%E5%AC%A4%E8%B6%85%E5%A4%A7%E5%85%A7%E8%A4%B2%E5%85%A7%E5%AE%B9%E7%9C%9F%E7%9A%84%E5%BE%88%E9%95%B7%E5%B8%8C%E6%9C%9B%E5%A4%A7%E5%AE%B6%E8%83%BD%E8%80%90%E5%BF%83%E7%9C%8B%E5%AE%8C%E8%A5%BF%E5%85%83%E5%89%8D-3000-](https://www.facebook.com/100057660871455/posts/%E4%BB%8A%E6%97%A5%E5%B0%8F%E7%9F%A5%E8%AD%98%E8%8D%89%E6%9C%A8%E7%81%B0%E7%9C%9F%E7%9A%84%E8%83%BD%E5%81%9A%E5%87%BA%E8%82%A5%E7%9A%82-%E9%80%99%E6%98%AF%E6%88%91%E8%8A%B1%E4%BA%86%E5%BE%88%E5%A4%9A%E6%99%82%E9%96%93%E5%AF%AB%E7%9A%84%E9%98%BF%E5%AC%A4%E8%B6%85%E5%A4%A7%E5%85%A7%E8%A4%B2%E5%85%A7%E5%AE%B9%E7%9C%9F%E7%9A%84%E5%BE%88%E9%95%B7%E5%B8%8C%E6%9C%9B%E5%A4%A7%E5%AE%B6%E8%83%BD%E8%80%90%E5%BF%83%E7%9C%8B%E5%AE%8C%E8%A5%BF%E5%85%83%E5%89%8D-3000-%E5%B9%B4%E5%89%8D%E7%BE%8E%E7%B4%A2%E4%B8%8D%E9%81%94%E7%B1%B3%E4%BA%9E%E4%BA%BA%E5%B0%B1%E7%99%BC%E7%8F%BE%E5%88%B0%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%87%83%E7%87%92%E5%BE%8C%E7%9A%84%E7%81%B0%E7%87%BC%E5%92%8C%E6%B2%B9/1215435377055147/)

[%E5%B9%B4%E5%89%8D%E7%BE%8E%E7%B4%A2%E4%B8%8D%E9%81%94%E7%B1%B3%E4%BA%9E%E4%BA%BA%E5%B0%B1%E7%99%BC%E7%8F%BE%E5%88%B0%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%87%83%E7%87%92%E5%BE%8C%E7%9A%84%E7%81%B0%E7%87%BC%E5%92%8C%E6%B2%B9/1215435377055147/](https://www.facebook.com/100057660871455/posts/%E4%BB%8A%E6%97%A5%E5%B0%8F%E7%9F%A5%E8%AD%98%E8%8D%89%E6%9C%A8%E7%81%B0%E7%9C%9F%E7%9A%84%E8%83%BD%E5%81%9A%E5%87%BA%E8%82%A5%E7%9A%82-%E9%80%99%E6%98%AF%E6%88%91%E8%8A%B1%E4%BA%86%E5%BE%88%E5%A4%9A%E6%99%82%E9%96%93%E5%AF%AB%E7%9A%84%E9%98%BF%E5%AC%A4%E8%B6%85%E5%A4%A7%E5%85%A7%E8%A4%B2%E5%85%A7%E5%AE%B9%E7%9C%9F%E7%9A%84%E5%BE%88%E9%95%B7%E5%B8%8C%E6%9C%9B%E5%A4%A7%E5%AE%B6%E8%83%BD%E8%80%90%E5%BF%83%E7%9C%8B%E5%AE%8C%E8%A5%BF%E5%85%83%E5%89%8D-3000-%E5%B9%B4%E5%89%8D%E7%BE%8E%E7%B4%A2%E4%B8%8D%E9%81%94%E7%B1%B3%E4%BA%9E%E4%BA%BA%E5%B0%B1%E7%99%BC%E7%8F%BE%E5%88%B0%E6%A4%8D%E7%89%A9%E7%87%83%E7%87%92%E5%BE%8C%E7%9A%84%E7%81%B0%E7%87%BC%E5%92%8C%E6%B2%B9/1215435377055147/)。檢閱日期：2025 年 12 月 4 日

楊賢英，廚房裡的廢油，原來可以變身再生皂？，2016 年 8 月 30 日，

https://food.ltn.com.tw/article/1079#:~:text=%E5%BB%A2%E6%B2%B9%E6%89%8B%E5%B7%A5%E7%9A%82DIY%20*%20%E6%9D%90%E6%96%99%20*%20%E6%B2%B9%E7%82%B8%E5%BB%A2%E6%B2%B91000%E5%85%8B%20*%20%E6%B0%AB%E6

%B0%A7%E5%8C%96%E9%88%89145%E5%85%8B%20*%20%E6%B0%B4390%E5%85

%8B。檢閱日期：2025 年 12 月 4 日

【書籍資源】

南一版第五冊自然科學課本第三單元水溶液

康軒版第十冊數學課本第八單元比率與百分率