

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

080216

水漬別想賴著不走！—探討水漬不殘留方法之研究

學校名稱： 新竹市東區東園國民小學

作者：	指導老師：
小六 周沅璞	曹仲潔
小六 莊皓勻	林咏璇
小六 于喬安	
小六 朱育萱	
小六 賴律銜	
小六 陳泓諺	

關鍵詞： 水漬清除、檸檬酸、抹布清潔力

摘要

水漬常見於日常生活中，許多人都因它難以清除，或因錯誤的清潔方式，使其變得更加明顯而感到困擾。我們可以藉由探究水漬殘留的因素，實驗各種清潔方式，進而找出最佳的清潔方法。

本實驗首先分析影響水漬殘留的因素，例如水的成分及擦拭方式。透過加熱石灰水，我們製作出水漬。接著，我們調配不同濃度的檸檬酸清潔劑，測試其清除水漬的效果。經過多次實驗，我們發現檸檬酸清潔劑的濃度比例為 8 公克檸檬酸比 100 毫升水時，清潔效果最良好。此外，我們進一步進行輪軸實驗，結果顯示，纖維長度越長、抹布孔隙越小，清潔效果越好。

本研究發現了清潔水漬的最佳方式，希望這些發現能幫助人們更輕鬆、有效地去除水漬，保持環境清潔，減少日常生活中的困擾。

壹、前言

一、研究動機

生活中許多地方常會留下水漬的痕跡，例如車窗、玻璃、桌面等。許多人習慣使用抹布、紙巾或毛巾來擦拭水漬，但卻發現這些方法有時反而會留下更多水痕，甚至導致表面出現條紋或污漬，讓清潔變得更加困難。這讓我們開始思考，究竟是哪些因素導致水漬殘留？不同的清潔方式是否真的能有效解決這個問題？例如，使用不同材質的擦拭工具、不同濃度的清潔劑，或改變擦拭方法，是否能有效減少水漬？

二、研究目的

本研究希望透過實驗探討水漬殘留的原因，並測試不同的清潔方式，以找出最佳的減少水漬方法，並將其應用於日常生活中。本研究的具體目標如下：

（一）利用與真實水漬相同的化學成分，製造實驗用水漬，以利後續實驗進行。

本研究將透過分析真實環境中常見的水漬成分，如鈣離子（ Ca^{2+} ）和鎂離子（ Mg^{2+} ）組成等，來調配與實際情況相近的實驗用水漬，確保實驗結果的可重現性。這樣也可以使後續的清潔實驗更具科學性，並確保所測試的方法在現實環境中能夠有效應用。

（二）找到不同濃度及溫度下，清潔劑（檸檬酸）清潔水漬的最佳效果。

檸檬酸是一種常見的天然清潔成分，被廣泛應用於去除水垢與礦物質沉積。本研究將測試不同濃度的檸檬酸溶液，並觀察其對於水漬的去除效果。此外，溫度可能影響清潔劑的作用效果，因此本研究也將比較不同溫度條件下檸檬酸對水漬的清潔能力，以找出最佳的清潔組合，進而提供日常清潔的實用建議。

（三）比較市售不同材質抹布的清潔效果，找到最能夠清潔水漬的抹布。

市售的抹布都宣稱有效清潔，但每一款的材質都不相同，它們的清潔力與殘留水漬的程度都可能有所不同。本研究將針對這些不同材質的抹布進行比較測試，觀察它們在相同條件下的清潔效果，並記錄去除水漬的能力、是否留下痕跡、是否容易吸水並快速乾燥，從而找出最有效的清潔工具。

透過本研究的分析與實驗，我們希望能提供科學化的清潔方法，讓人們在日常生活中更有效率地去除水漬，提升整體清潔效率與效果，維持環境的整潔與美觀。

三、文獻回顧

(一) 酸鹼中和反應

檸檬酸 ($C_6H_8O_7$) 與水垢 (碳酸鈣, $CaCO_3$) 反應時，釋放氫離子 (H^+) 與碳酸鈣中的碳酸根 (CO_3^{2-}) 結合，產生二氧化碳氣體、水及可溶性檸檬酸鈣，反應式與反應式結構圖 (圖 1) 如下：



1. $H_3C_6H_5O_7(aq) \rightarrow 3H^+(aq) + C_6H_5O_7^{3-}(aq)$ 檸檬酸釋放氫離子，為酸鹼反應。
2. $2H^+(aq) + CaCO_3(s) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$ 氢離子溶解碳酸鈣產生鈣離子為酸鹼反應。
3. $2C_6H_5O_7^{3-} + 3Ca^{2+} \rightarrow [Ca_3(C_6H_5O_7)_2]$ 檸檬酸根離子與鈣離子形成錯合物，為螯合反應。

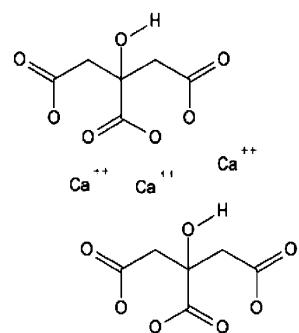


圖 1:檸檬酸與水垢反應結構圖

註：此圖出自維基百科 (2024)

此反應能有效分解水垢，且檸檬酸鈣可溶於水，避免二次沉澱（找出最持久的馬桶泡泡!!!，2023）。

在相關的報導中也有檸檬酸的生活應用，曾耀儀 (2025) 指出，檸檬酸能有效分解水壺、馬桶及浴室水龍頭的水垢，且同時具備除臭抗菌、軟化衣物、漂白和去除肥皂垢的多重功效，使用方法簡單且環保安全。根據瑞士水全戶淨水的專家網站

(2024) 的說明也指出，檸檬酸能與水垢中的鈣、鎂化合物反應，有效溶解沉積物，適合經常使用，且比起強酸更溫和環保。

(二) 蟄合反應

檸檬酸 (citric acid) 為一種天然存在於柑橘類水果中的三元羧酸，具有三個羧酸基 ($-COOH$) 與一個羥基 ($-OH$)，在水中可離解成檸檬酸根離子 (cit^-)，成為多齒配位劑。當水中存在鈣離子 (Ca^{2+}) 或鎂離子 (Mg^{2+}) 時，檸檬酸會透過其多個官能基與金屬離子形成穩定的螯合物 (如圖 2、圖 3)，進而破壞原本水垢中碳酸鈣 ($CaCO_3$) 或碳酸鎂 ($MgCO_3$) 等難溶沉澱物的結構，將金屬離子轉化為水溶性的螯合配合物，達到去除水垢或水漬的效果 (Flaten et al., 2011 ; Martell & Hancock, 1996) 。

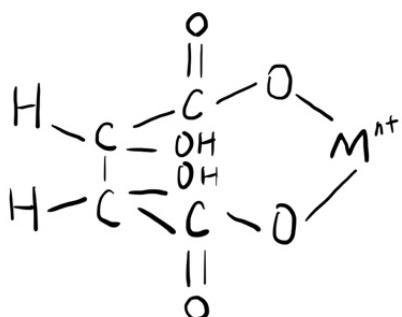


圖 2：檸檬酸與水垢螯合結構圖



圖 3：檸檬酸與水垢螯合示意圖

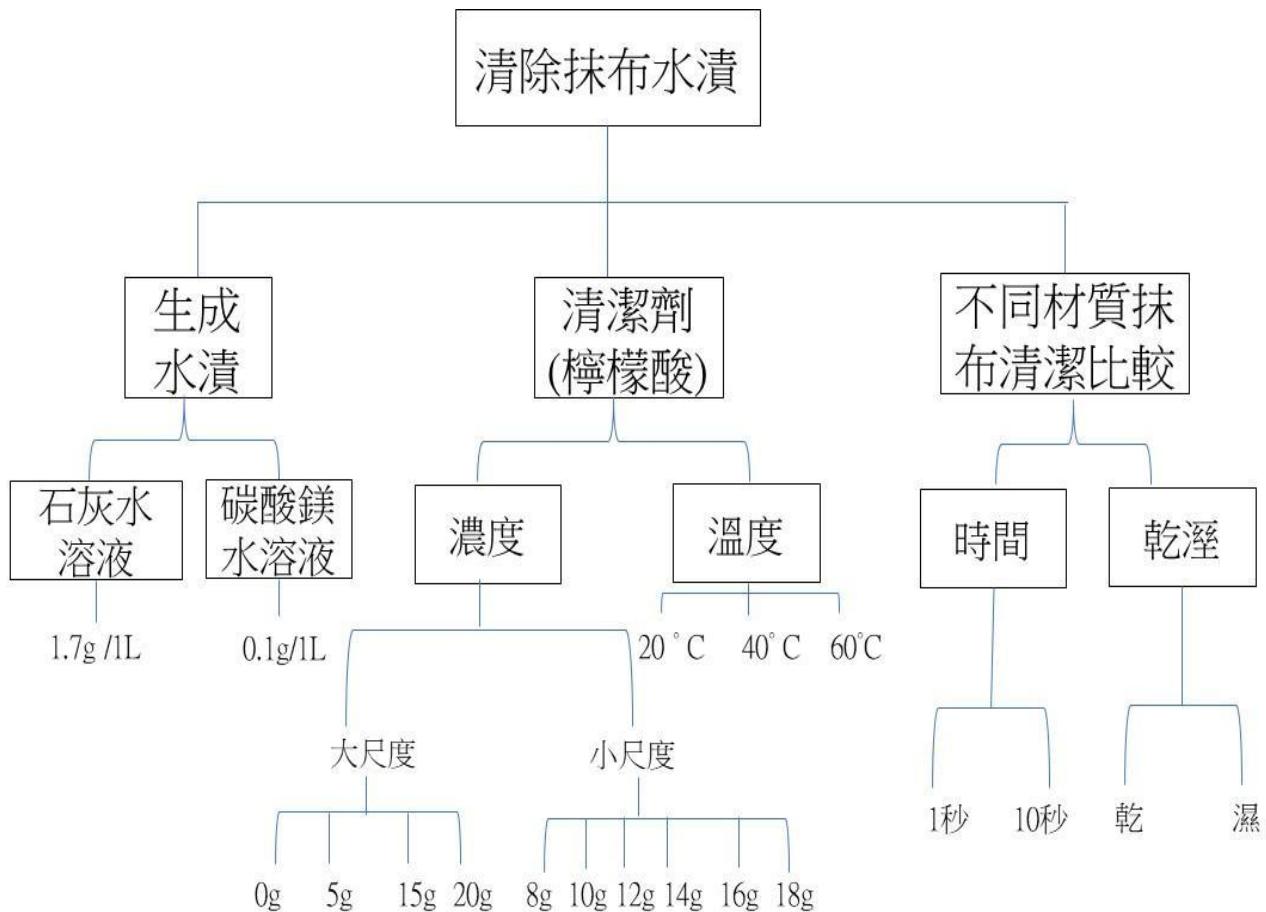
註：圖 2、圖 3 為研究者自行繪製

貳、研究設備與器材

輪軸實驗組 	棉線 	石灰粉 	碳酸鎂粉 
快乾無痕布 (雙股紗織法) 	抗臭超吸水布 (6mm 纖維布) 	8層純棉布 (純棉布) 	洗碗布 (8mm 纖維布) 
溫度計 	鋁盤 	酒精燈 	湯匙 
鐵尺 (30cm) 	膠帶 	量筒 	電子秤 
螺帽 	檸檬酸粉 	鋁箔紙 	量杯 

參、研究過程與方法

一、實驗架構



二、實驗過程與方法

(一) 水漬生成實驗

為了模擬水漬的形成，我們首先查閱水漬的主要成分，發現其主要由鈣離子 (Ca^{2+}) 和鎂離子 (Mg^{2+}) 組成。為了要用最少量的原料，達到環保的目的，因此我們先配置以找到實驗用水漬最適合的粉末量。

碳酸鎂溶液中含有鎂離子，因此決定以碳酸鎂水溶液來模擬水漬中的鎂離子。由於粉狀碳酸鎂密度較小，因此我們使用 0.1g 的粉狀碳酸鎂（電子秤的最小單位）加入 1L 的水進行實驗。而石灰水（氫氧化鈣溶液）中含有鈣離子，所以使用石灰水來模擬水漬中的鈣離子成分。在實驗中，我們分別將 1.85g、1.8g、1.75g 與 1.7g 的石灰粉倒入 1L 的水進行觀察，發現當石灰粉的量為 1.7g 時，所調配的水溶液不會產生沉澱物，最接近飽和濃度。因此後續實驗用水漬皆以此比例進行配置。

1. 碳酸鎂水溶液實驗

（1）實驗目的：

本實驗旨在利用碳酸鎂來模擬日常生活中的水漬。

（2）實驗原理：

利用水漬的成分（碳酸鎂），攪拌並觀察是否沉澱。

（3）實驗過程：

A. 秤出 0.1g 的碳酸鎂。

B. 將 0.1g 的碳酸鎂倒入 1L 的水裡，充分攪拌至均勻混合（如圖 4 至圖 6）。



圖 4：碳酸鎂水溶液沉澱圖

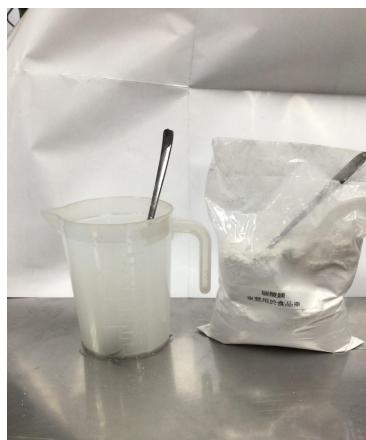


圖 5：碳酸鎂水溶液圖



圖 6：碳酸鎂粉圖

註：圖 4 至圖 6 皆為研究者自行拍攝。

2. 石灰水溶液實驗

我們分別將 1.85g、1.8g、1.75g 與 1.7g 的石灰粉倒入 1L 的水，經仔細觀察後發現，當石灰粉的量為 1.7g 時，所調配的水溶液不會產生沉澱物。因此，後續實驗中所使用的水漬，皆以此比例調配的石灰水溶液作為基礎。

（1）實驗目的：

利用石灰水溶液（鈣離子）生成出後續實驗肉眼可以觀察的實驗用水漬。

（2）實驗原理：

為了要快速且大量的生成實驗用水漬，我們利用熱能將水溶液的水分蒸發，以殘留下白色的鈣離子。

(3) 實驗過程：

- A. 在小鋁盤內倒入 20c.c. 的 1.7g/1L 石灰水溶液（如圖 7）。
- B. 將裝有石灰水溶液的小鋁盤放置於酒精燈上加熱（如圖 8）。



圖 7：測量石灰水溶液（20c.c.）圖

圖 8：石灰水溶液蒸發實驗圖

註：圖 7、圖 8 皆為研究者自行拍攝。

（二）檸檬酸清潔劑製作實驗

1. 不同濃度實驗

（1）實驗目的：

調配出檸檬酸水溶液，並尋找最佳的比例來清潔水漬。

（2）實驗原理：

運用酸鹼中和的原理，利用檸檬酸的酸性與水漬的鹼性物質產生中和反應，從而有效去除水漬，來達到清潔的目的。

（3）實驗過程：

- A. 秤出檸檬酸，分別是 1g、5g、10g、15g 與 20g（如圖 9）。
- B. 將不同比例的檸檬酸分別加入 100c.c. 水中，攪拌至無沉澱（如圖 10）。
- C. 把 20c.c. 不同比例的檸檬酸水溶液倒入鋁盤中的水漬（如圖 11）。
- D. 計時 10 秒，時間結束時，將鋁盤中的檸檬酸水溶液倒掉。



圖 9：檸檬酸秤量圖

圖 10：檸檬酸攪拌圖

圖 11：檸檬酸清潔實驗圖

註：圖 9 至圖 11 皆為研究者自行拍攝。

2. 不同溫度實驗

(1) 研究目的：

探討溫度對於水漬清潔的效果是否影響。

(2) 研究原理：

溫度和溶解度相關，因此透過調整檸檬酸水溶液的溫度，來影響混合後的水溶液碳酸鈣的溶解量。

(3) 研究過程：

A. 將 20g 檸檬酸加入 100c.c.的水裡，攪拌至無沉澱物。

B. 將檸檬酸水溶液放置於酒精燈上加熱，分別製造出 20 度、40 度與 60 度檸檬酸水溶液（如圖 12）。

C. 把不同溫度的檸檬酸水溶液倒入鋁盤中的水漬。

D. 計時 10 秒，時間結束時，將鋁盤中的檸檬酸水溶液倒掉。



圖 12：利用酒精燈燒檸檬酸水溶液圖

註：圖 12 為研究者自行拍攝。

(三) 不同材質抹布清潔比較

為了了解不同材質的抹布（6mm 纖維布、8mm 纖維布、雙股紗織法、純棉布）對水漬殘留的影響，以及不同清潔時間及抹布濕度，是否會影響水漬的殘留及抹布的清潔難度，我們進行了時間與濕度實驗，探討水漬在不同時間內和不同濕度的清潔效果。在實驗中，我們將水漬分為不同時間、濕度範圍，並評估每種情況下水漬的殘留

程度及抹布清潔的難易度。透過這些數據，我們希望能夠找出最佳的清潔時間和條件，從而提升日常清潔的效率和效果。

1. 不同時間實驗

(1) 實驗目的：

探討不同抹布在水漬上停留的時間對於水漬清潔效果的影響。

(2) 實驗原理：

利用重物帶動輪軸，透過輪軸機械結構保證每次施加的力量相同，避免因為力道不均而造成清潔效果的差異。並利用輪軸帶動抹布擦拭鋁箔紙，來比較不同時間抹布擦拭後的清潔效果。

(3) 實驗過程：

- A. 調配水漬比例為 1 公升：1.7g 生石灰粉。
- B. 先架設好輪軸，並確認重物為 350g（約 9 顆螺帽），抹布清潔測試盒為 150g（約 5 顆螺帽）（如圖 13）。
- C. 把鋁箔紙平整的鋪平於桌面，並於 1 公分處放置抹布清潔測試盒（如圖 10）。
- D. 在鋁箔紙兩側，以不擋住抹布清潔測試盒前進路線下兩旁放置重物，以免抹布清潔測試盒滑動後將整張鋁箔紙破壞（如圖 13）。
- E. 利用橡皮筋將不同材質的抹布綁於抹布清潔測試盒下（如圖 13）。
- F. 將衛生紙放入剛調配好的石灰水，並靜待衛生紙完全吸收到不滴水為止。
- G. 用浸泡過石灰水的衛生紙擦拭鋁箔紙（大小 15cm*30cm）。為了製造鋁箔紙上的水漬。
- H. 計時一秒或十秒後，放下輪軸上的重物，利用重物往下的拉力，帶動綁有抹布的抹布清潔測試盒往前進。
- I. 把綁有抹布清潔測試盒擦拭過之鋁箔紙晾乾。
- J. 鋁箔紙完全晾乾後，觀察擦拭過後鋁箔紙上的水漬痕跡，並做紀錄。

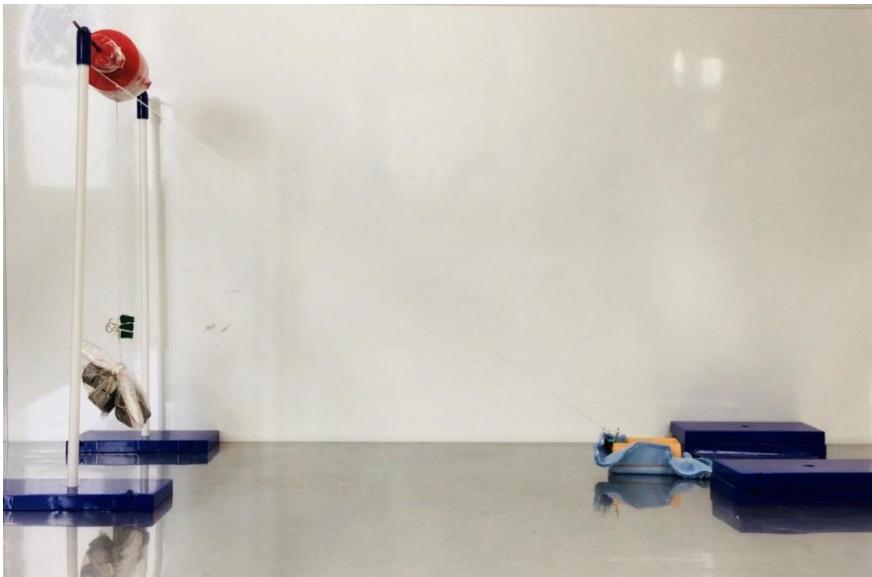


圖 13：輪軸裝置圖

註：圖 13 為研究者自行拍攝。

2. 乾溼程度實驗

（1）實驗目的：

透過輪軸帶動抹布清潔測試盒擦拭鋁箔紙，來比較不同乾溼程度抹布擦拭後的乾淨程度。

（2）實驗原理：

利用重物帶動輪軸，透過輪軸機械結構保證每次施加的力量相同，避免因為力道不均而造成清潔效果的差異。並利用輪軸擦拭鋁箔紙，來比較不同乾溼程度抹布擦拭後的乾淨程度。

（3）實驗過程

A. 調配水漬比例為 1 公升：1.7g 生石灰粉

B. 先架設好滑輪組，並確認重物為 350g（約 9 顆螺帽），抹布清潔測試盒為 150g（約 5 顆螺帽）（如圖 14）。

C. 把鋁箔紙平整的鋪平於桌面，並於 1 公分處放置抹布清潔測試盒（如圖 14）。

D. 在鋁箔紙兩側，以不擋住抹布清潔測試盒前進路線下兩旁放置重物，以免抹布清潔測試盒滑動後將整張鋁箔紙破壞（如圖 14）。

E. 利用橡皮筋將不同材質的抹布綁於抹布清潔測試盒下（如圖 14）。

- F. 將衛生紙放入剛調配好的石灰水，並靜待衛生紙完全吸收到不滴水為止。
- G. 用浸泡過石灰水的衛生紙擦拭鋁箔紙（大小 $15\text{cm} \times 30\text{cm}$ ）。為了製造鋁箔紙上的水漬。
- H. 計時十秒後，放下輪軸上的重物，利用重物往下的拉力，帶動綁有抹布的抹布清潔測試盒往前進。
- I. 把綁有抹布清潔測試盒擦拭過之鋁箔紙晾乾。
- J. 鋁箔紙完全晾乾後，觀察擦拭過後鋁箔紙上的水漬痕跡，並做紀錄。

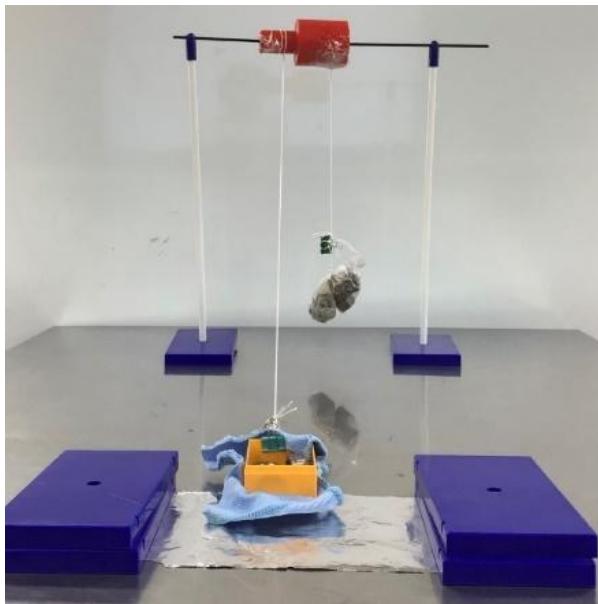


圖 14：輪軸裝置圖

註：圖 14 為研究者自行拍攝。

肆、研究結果與討論

一、水漬生成實驗

為了模擬水漬的形成，我們首先查閱水漬的成分，發現其主要由鈣離子 (Ca^{2+}) 和鎂離子 (Mg^{2+}) 組成。因此，我們決定使用石灰粉與碳酸鎂粉調配的水溶液模擬水漬生成。

(一) 石灰水溶液實驗結果

發現問題：一開始我們用 1.85g 的石灰粉配 1L 的水，發現有沉澱物。

改進方法：將石灰粉依序減量 0.05g，最後比較 1.85g、1.8g、1.75g 與 1.7g 所調配的石灰水溶液是否沉澱物。



圖 15：1.7g 石灰粉/1L 水石灰水水漬生成圖

註：圖 15 為研究者自行拍攝。

小結：用 1.7g 石灰粉加入 1L 的水所調配的石灰水溶液不會有沉澱物，因此我們使用這個比例調配的石灰水溶液進行水漬生成實驗（如圖 16）。

(二) 碳酸鎂水溶液實驗結果

為了讓水漬的成分更像真的水漬，所以我們試著把碳酸鎂也溶解到水溶液中。

發現問題：碳酸鎂溶解度太小（0.1g 的碳酸鎂/100ml 的水）。

小結：因為碳酸鎂可以溶進水中的量太少，所以不採用此種水漬生成方式（如圖 16）。



圖 16：碳酸鎂水溶液圖

註：圖 16 為研究者自行拍攝。

二、檸檬酸清潔劑製作實驗

(一) 溫度

為了要測試溫度是否會對清潔水漬有幫助，並探討溫度對於水漬清潔的效果。



圖 17：清潔後水漬圖

(20 度)



圖 18：清潔後水漬圖

(40 度)



圖 19：清潔後水漬圖

(60 度)

註：圖 17 至圖 19 皆為研究者自行拍攝。

小結：溫度不會影響水漬清潔效果，結果如圖 17 至圖 19。

(二) 濃度

我們的目的是調配出清潔水漬的最佳比例的檸檬酸水溶液，並通過這個過程探索其效果與原理。

1.大尺度：在檸檬酸濃度達到 10g 時，清潔效果最佳，10g、15g、20g 之間差異不大（如圖 20）。

2.小尺度：因大尺度差異不大，所以改用小尺度，8g 檸檬酸清潔力效果最佳；同時，檸檬酸與水反應時會釋放能量，降低水溫。



圖 20：檸檬酸清潔水漬圖

註：圖 20 為研究者自行拍攝。

小結：（大尺度）檸檬酸在大於 10g 時，效果相近，（小尺度）檸檬酸 8g 清潔效果最佳。

（三）抹布清潔和時間比較實驗

我們進行抹布停留在水漬上的時間實驗，探討水漬清潔效果與抹布使用情況，尋找最佳清潔時機。透過均勻施加力量，抹布能穩定清潔水漬（如圖 21、圖 22）。我們發現，1 秒與 10 秒的延遲清潔效果差異明顯，且停留 1 秒比 10 秒的清潔效果更佳，顯示時間過長會使水漬更難去除。換句話說，清潔效果隨時間延遲而變差，合適的清潔時機有助於提高效率，達到最佳清潔效果。因此，選擇最佳清潔時機對於提高清潔效率至關重要。



圖 21：輪軸清潔水漬機器（一）圖

註：圖 21、圖 22 皆為研究者自行拍攝。



圖 22：輪軸清潔水漬機器（二）圖

(四) 不同材質抹布清潔比較實驗

透過輪軸帶動抹布擦拭鋁箔紙，來比較不同材質抹布擦拭後的乾淨程度。

1. 實驗結果（如表 1 及圖 23 至圖 26）：

(1) 乾抹布的清潔效果優於溼抹布的清潔效果。

(2) 無論是乾濕抹布的清潔效果，純棉布的效果最差，洗碗布的效果較佳。

(3) 根據實驗結果，纖維長度越長，抹布孔隙越小，通常清潔力效果越好。

抹布規格 排名	洗碗布 (8mm 纖維布)	抗臭超吸水布 (6mm 纖維布)	快乾無痕布 (雙股紗織法)	8 層純棉布 (純棉布)
乾抹布 清潔效果 排名	1	3	2	4
溼抹布 清潔效果 排名	2	1	3	4

表 1：乾溼抹布實驗結果表

註：表 1 為研究者自行整理。



圖 23：乾抹布清潔結果（一）圖



圖 24：乾抹布清潔結果（二）圖



圖 25：溼抹布清潔結果（一）圖



圖 26：溼抹布水漬清潔結果（二）圖

註：圖 23 至圖 26 皆為研究者自行拍攝。

伍、結論

本研究旨在探討水漬殘留的原因以及抹布在桌面清潔過程中的效果，且應用於生活中。為了模擬真實清潔情境，使用了自製的輪軸裝置模擬抹布的擦拭，以測試在不同條件下，與市售的不同材質抹布，分別對於水漬的去除效果。目前已確實達成下列研究目的：

一、本實驗水漬生成使用 1.7g 石灰粉/ 1L 水，調配出本實驗使用的水漬。

二、本實驗運用檸檬酸（酸）與鈣離子（鹼）中和，以及檸檬酸與鈣離子產生的螯合反應兩項原理清除水漬。我們發現檸檬酸（清潔劑）清潔水漬的最佳比例 8g 檸檬酸/ 100ml 水的比例，不同的溫度則不影響檸檬酸的清潔效果。

三、乾抹布的清潔效果優於溼抹布的清潔效果。無論是乾濕抹布的清潔效果，材質上以純棉布的效果最差，洗碗布的效果較佳。纖維數量較多且長度較長，抹布孔隙越小，通常清潔力效果越好。

四、立即清潔（1秒）比10秒的清潔效果更佳，時間過長會使水漬更難去除。

因此根據本研究結果，日常清潔時可採取以下方法來減少水漬殘留：

一、選擇適合的清潔劑：

檸檬酸清潔劑可有效分解水漬，即使在不同溫度下也能維持良好效果，且檸檬酸屬於天然清潔劑，相比市售化學清潔劑（如漂白水、強酸清潔劑），更加安全無毒。因此使用檸檬酸，可以減少對化學清潔劑的依賴，降低對環境與健康的影響。

二、採取適合的清潔方法

使用錯誤的抹布或方法，可能會讓水漬殘留，反而需要多次擦拭，浪費時間與人力。而本研究發現的最佳清潔方式，可以減少重複擦拭，提高清潔效率。在材質上，建議使用纖維細密且孔隙小的抹布（如洗碗布）來提升清潔效果，避免使用純棉布。在方法上，使用乾擦方式，可以更有效地去除水漬。在時機上，盡快處理水漬的效果更好，也能防止污漬殘留或變得更難清除。

本研究以檸檬酸作為清潔劑探討其去除水漬的效果，初步證實其具備良好的清潔能力，未來將延伸進行其他實驗。首先，針對硬水與軟水中水漬的生成與清除差異進行實驗比較。此外，亦可針對不同城市自來水進行水漬生成，並比較檸檬酸對其清潔效果。最後，我們可以探討不同材質表面，如：不鏽鋼、玻璃、塑膠等，在水漬生成與清除過程中的差異。透過上述系列實驗，將更能完整了解水漬的清潔方法。

陸、參考文獻資料

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會。（2022）。《不同濃度的檸檬酸溶液之去汙力比較》。取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/52/pdf/080821.pdf>。

屏東縣第 64 屆國中小學科學展覽會。（2023）。找出最持久的馬桶泡泡!!!。取自 https://sci.ptc.edu.tw/Pthsci64/Upfile/Works/1710312711_100759_13.pdf

曾耀儀（2025）。檸檬酸去水垢、除臭又抗菌！哪裡買？5 大功效、禁忌、正確用法解析。。取自 <https://health.businessweekly.com.tw/article/ARTL003015763>。

瑞士水・全戶淨水的專家（2024）。6 種水垢清潔方法推薦：最後一種能永久消除水垢。取自

<https://swissaqua.tw/6%E7%A8%AE%E6%B0%B4%E5%9E%A2%E6%B8%85%E6%BD%94%E6%96%B9%E6%B3%95%E6%8E%A8%E8%96%A6/>。

【評語】080216

1. 本作品聚焦「水漬殘留」日常困擾，先以石灰加水煮乾方式製造含鈣離子之水漬，再以檸檬酸清潔劑及四種抹布材質搭配輪軸裝置進行清潔效率比較，並探討抹布濕度、清潔劑停留時間對去漬能力的影響。實驗設計貼近生活且具教育意義。若能補強量化指標、統計分析，將可提升整體科學深度與應用價值。
2. 檸檬酸濃度測試實驗結果指出以 8 g / 100 mL 最佳條件，建議可量測溶液 pH 及鈣離子濃度，建立濃度-去漬曲線。溫度效應的測試除涵蓋 20/40/60 °C 之外，建議加入 80 °C 或室外日曬情境，驗證「溫度不影響」之最終結論。
3. 針對抹布材質，建議對其纖維長度與孔隙結構進行量化分析，例如記錄單位重量的含水量、或使用顯微鏡觀察纖維直徑與排列情形，以提升材料差異造成影響的說服力。
4. 建議各組條件進行多次測試，並納入誤差分析或基本統計處理，提升數據說服力。
5. 從事科學研究與實驗設計時須留意安全，建議附加酒精燈操作 SOP、個人安全防護措施。檸檬酸與石灰水雖屬低風險，但仍建議檢附廢液排放說明，以符合國小實驗室安全操作之標準規範。

6. 希望學生在從事科學研究的同時也同時學習正確的實驗紀錄（日誌）書寫方式，例如：每次記錄須標明日期與時間、避免使用鉛筆或修正液塗改，並注意實驗條件（如溫度、時間、使用的材料等）應詳實記錄、實驗步驟要明確，以方便後續比對與分析。這些習慣將有助於建立科學紀律，也讓成果更具可信度與可重現性。

作品海報

水漬別想賴著不走

探討水漬不殘留方法之研究

摘要

水漬常見於日常生活中，許多人都因它難以清除，或因錯誤的清潔方式，使其變得更加明顯而感到困擾。我們可以藉由探究水漬殘留的因素，實驗各種清潔方式，進而找出最佳的清潔方法。

本實驗首先分析影響水漬殘留的因素，例如水的成分及擦拭方式。透過加熱石灰水，我們製作出水漬。接著，我們調配不同濃度的檸檬酸清潔劑，測試其清除水漬的效果。經過多次實驗，我們發現檸檬酸清潔劑的濃度比例為8公克檸檬酸比100毫升水時，清潔效果最良好。此外，我們進一步進行輪軸實驗，結果顯示，纖維長度越長、抹布孔隙越小，清潔效果越好。

本研究發現了清潔水漬的最佳方式，希望這些發現能幫助人們更輕鬆、有效地去除水漬，保持環境清潔，減少日常生活中的困擾。

壹、研究動機

水漬在許多地方處處可見，例如：車窗、玻璃、桌面……。許多人拿抹布擦拭，卻往往適得其反，也有人去買清潔劑，卻也無法清潔得很乾淨。經過同學之間的討論，我們覺得水漬可能是髒抹布擦拭所剩下的殘留物，如果正如我們的猜想，那該怎麼在抹布擦拭後，減少水漬的殘留呢？

貳、研究目的

(一) 水漬生成實驗

1.石灰水溶液：想模擬桌面上的水漬

2.碳酸鎂水溶液：想模擬桌面上的水漬

(二) 清潔劑（檸檬酸）實驗

1.濃度：欲了解在不同濃度下的檸檬酸，清潔水漬的效果。

2.溫度：欲了解在不同溫度下的檸檬酸，清潔水漬的效果。

(三) 不同材質抹布清潔比較實驗

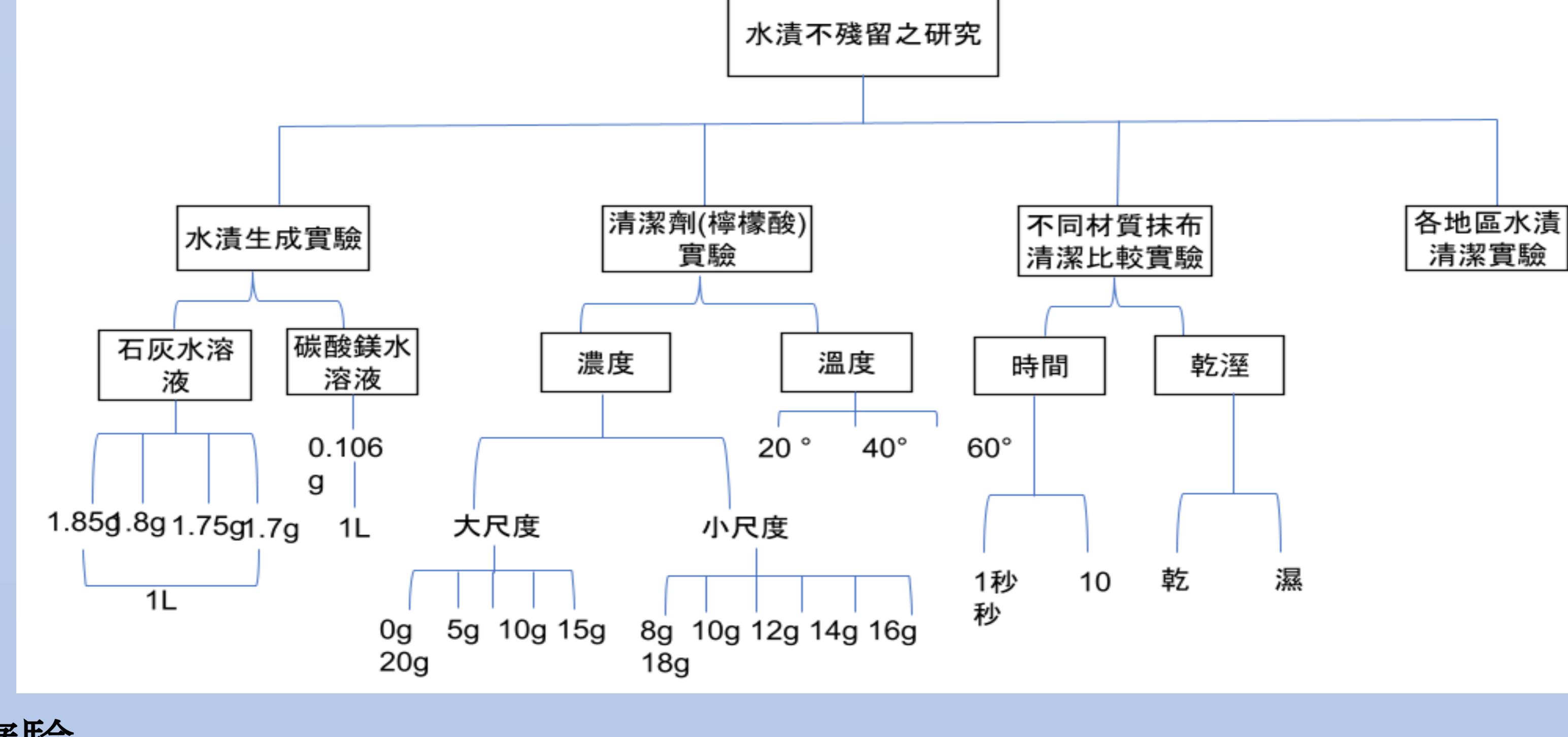
1.時間：於不同時間下，時間的長短是否影響清潔水漬的效果？

2.乾溼：抹布的乾溼是否影響清潔效果？

(四) 各地區水漬清潔實驗

探討不同地區檸檬酸清潔水漬效果。

參、實驗過程與方法



(一) 水漬生成實驗

為了模擬水漬的形成，我們首先查閱水漬的成分，發現其主要由鈣離子（ Ca^{2+} ）和鎂離子（ Mg^{2+} ）組成。由於石灰水（氫氧化鈣溶液）中含有子，因此我們決定以石灰水來模擬水漬中的鈣離子成分。我們將1.85g、1.8g、1.75g與1.7g的石灰粉倒入1L的水，發現1.7g石灰粉所調配的溶液不會有沉澱物，因此後續的實驗用水漬皆以此比例調配石灰水溶液。

1. 碳酸鎂水溶液實驗

(1) 實驗目的：

利用碳酸鎂來模擬生活中的水漬。

(2) 實驗原理：

利用水漬的成分（碳酸鎂），攪拌加速讓它變成飽和水溶液。

(3) 實驗過程：

秤出0.1g的碳酸鎂

將0.1g的碳酸鎂倒入1L的水裡，並攪拌均(如圖1-圖3)

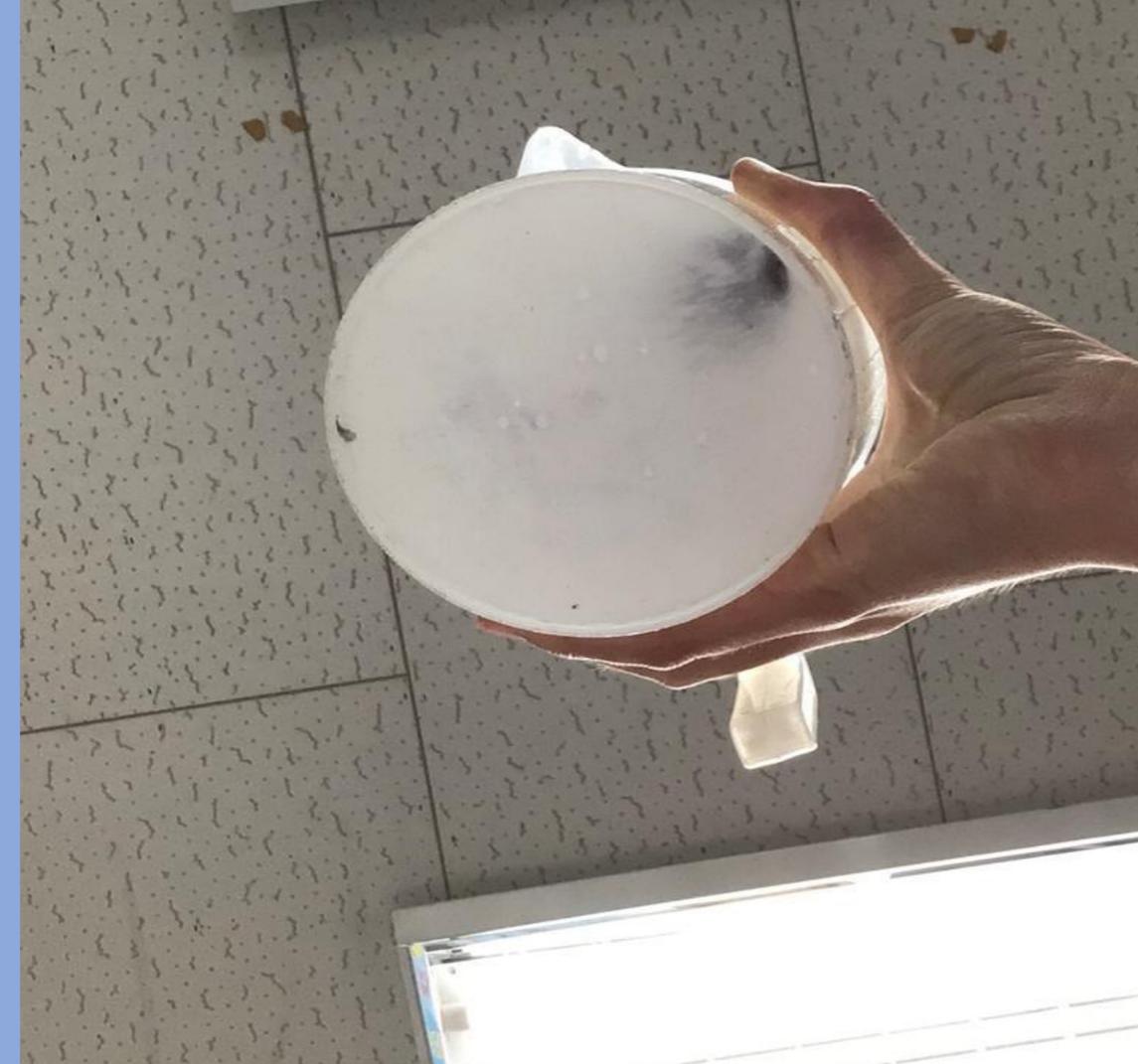


圖1：碳酸鎂水溶液沉澱圖



圖2：碳酸鎂水溶液圖

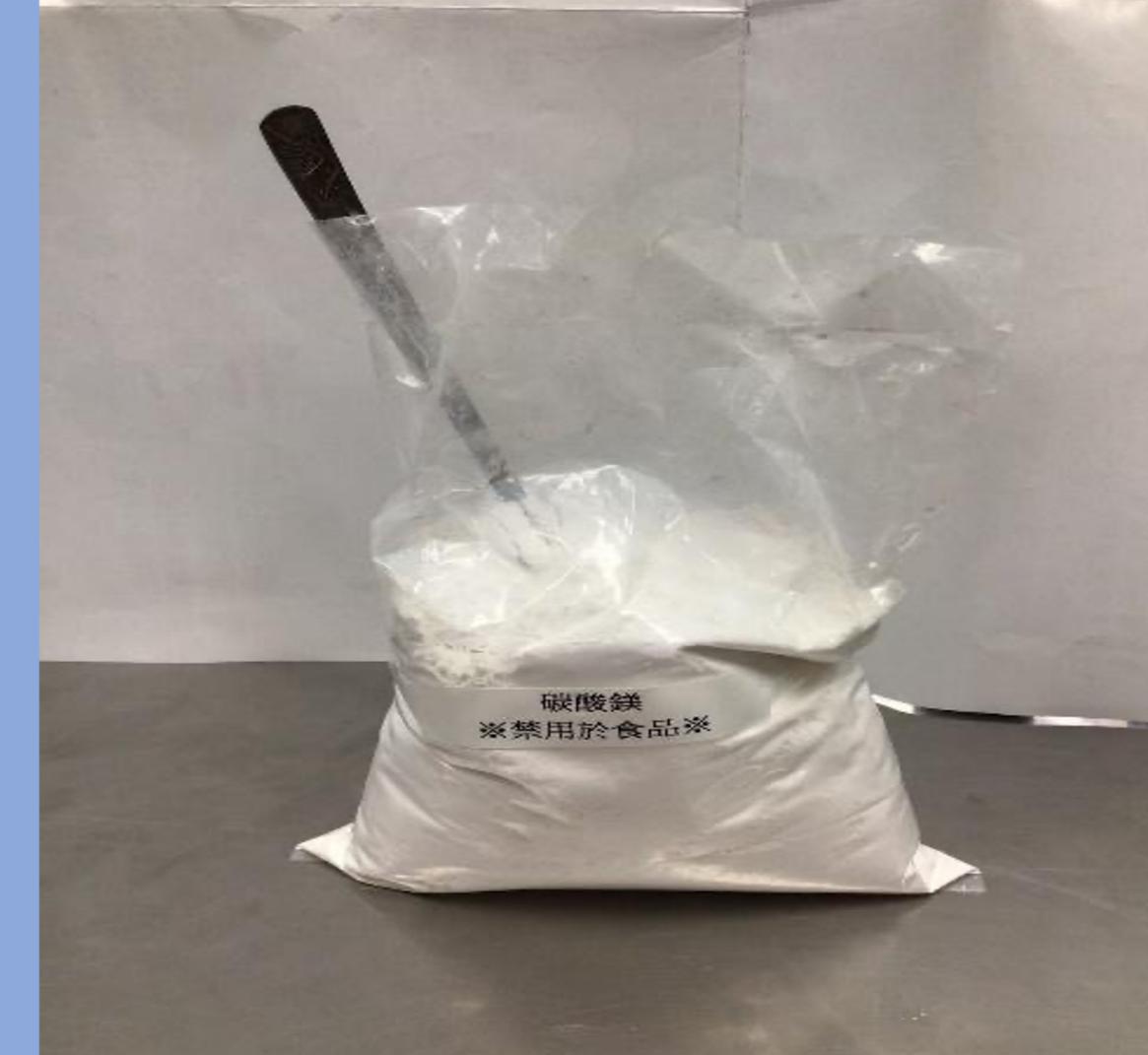


圖3：碳酸鎂粉圖

2. 石灰水溶液實驗

我們將1.85g、1.8g、1.75g與1.7g的石灰粉倒入1L的水，發現1.7g石灰粉所調配的水溶液不會有沉澱物，因此後續的實驗用水漬皆以此比例調配。

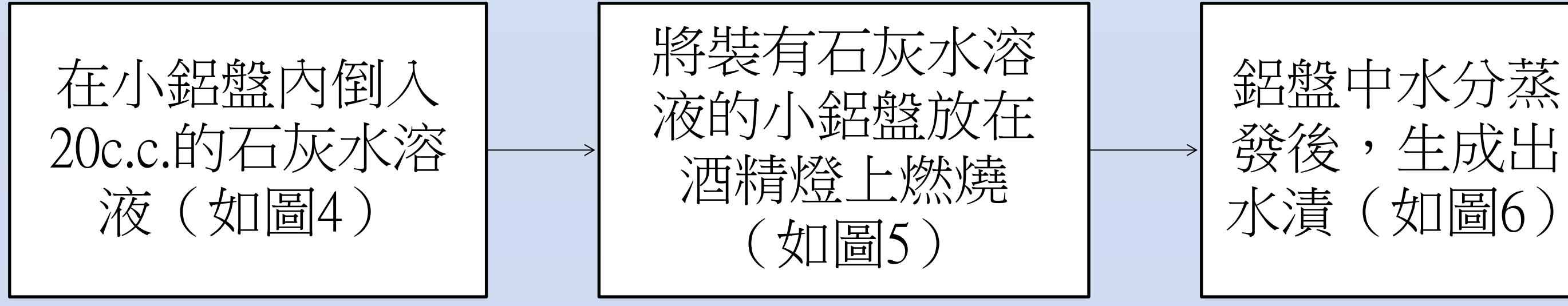
(1) 實驗目的：

利用石灰水溶液（鈣離子）生成後續實驗肉眼可以觀察的實驗用水漬。

(2) 實驗原理：

為了快速且大量的生成實驗用水漬，我們利用熱能將水溶液的水分蒸發，以殘留下白色的鈣離子。

(3) 實驗過程：



3. 小結

1.7g的石灰粉配1L的水時，石灰水溶液達飽和狀態，再以高溫加熱使鋁盤內水分蒸發，最後生成出水漬（如圖6）。



圖4: 測量石灰水溶液(20c.c.)圖
圖5: 石灰水溶液蒸發實驗圖



圖6：1.7g石灰粉/1L水石灰水水漬生成圖

(二) 檸檬酸清潔劑製作實驗

1. 不同濃度實驗

(1) 實驗目的：

調配出檸檬酸水溶液，並尋找最佳的比例來清潔水漬。

(2) 實驗原理：

酸鹼中和的反應，這種反應有效地去能夠有效除水漬中的鹼性物質，從而達到清潔的目的。

(3) 實驗過程：

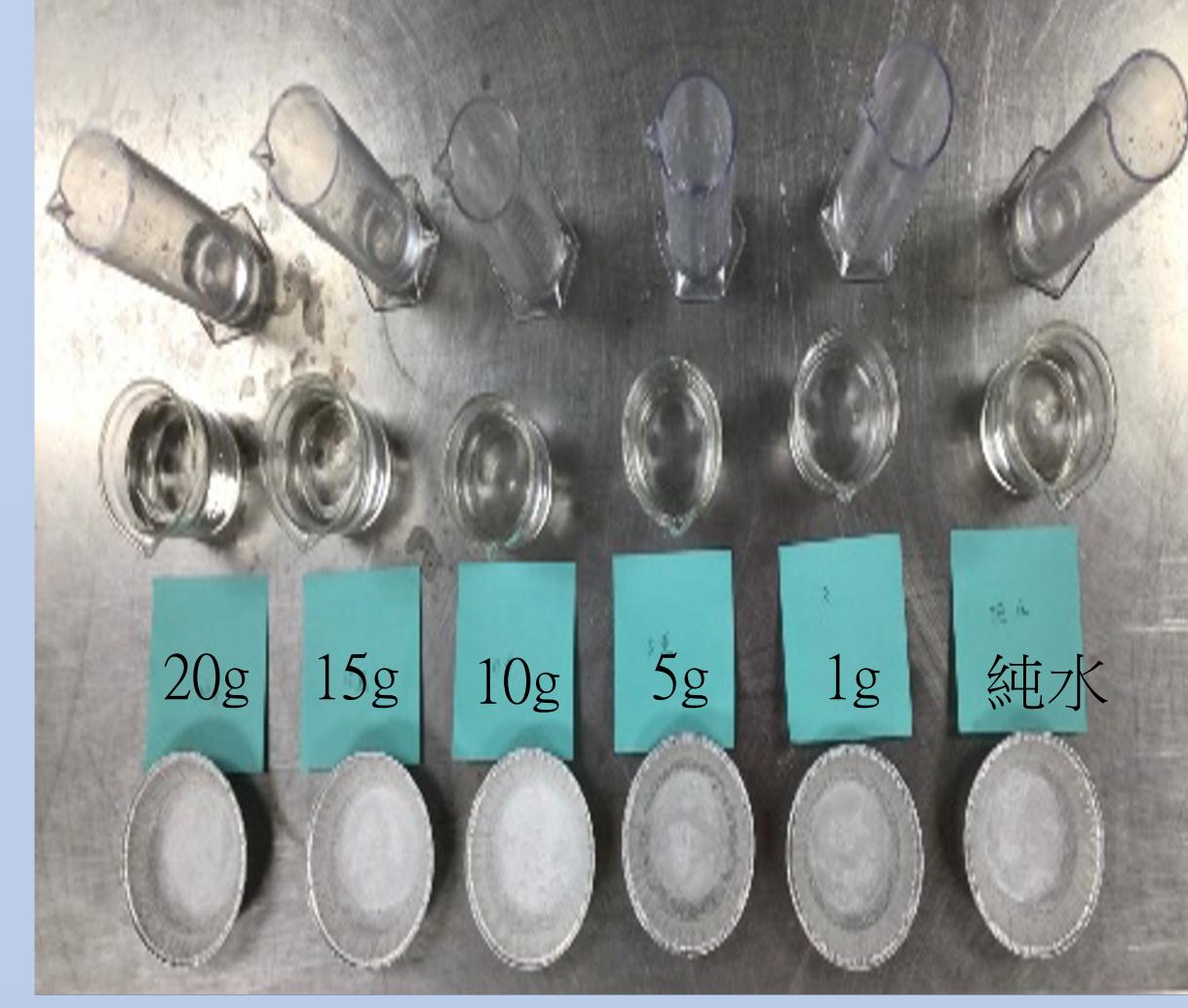
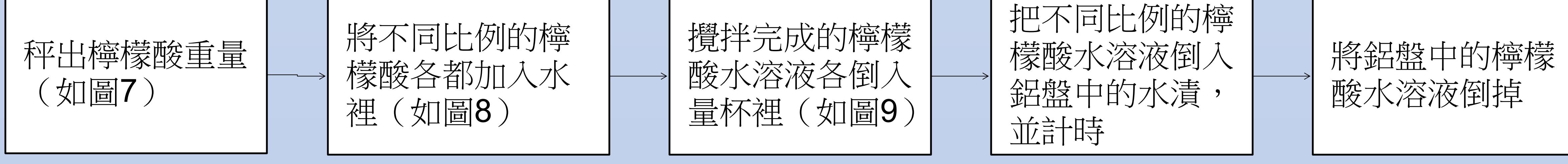


圖7: 秤檸檬酸(1g、5g、10g、15g與20g)圖



圖9: 攪拌檸檬酸圖



圖10: 利用酒精燈燒檸檬酸水溶液圖

(4) 小結：

溫度不會影響水漬清潔效果

2. 不同溫度實驗

(1) 研究目的：

探討溫度對於水漬清潔的效果是否影響。

(2) 研究原理：

燃燒是一種快速放熱的化學反應，通常包含可燃物與助燃物，當兩種物質發生氧化還原反應時，會釋放出大量的熱能和光能。利用燃燒反應來加熱水，所產生熱能傳遞至水，使得水溫升高以溶解或揮發水中碳酸鈣消除水垢。

(3) 實驗過程：

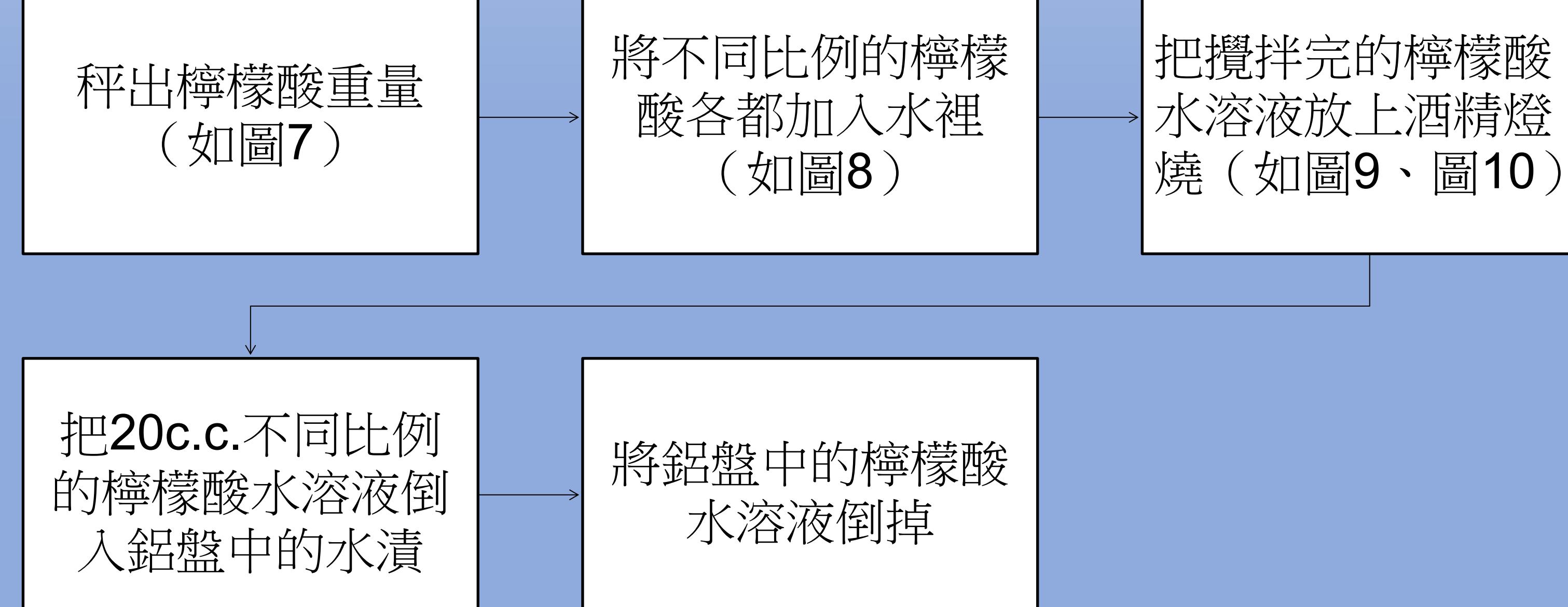


圖11：檸檬酸清潔水漬圖

(4) 小結：

15g的檸檬酸和20g的檸檬酸清潔水漬的效果最佳（如圖11）。

(三) 不同材質抹布清潔比較實驗

為了了解時間是否會影響水漬的殘留及抹布的清潔難度，我們進行了時間實驗，探討水漬在不同時間段內的清潔效果以及抹布在清潔過程中的使用情況。在實驗中，我們將水漬分為不同時間範圍，並評估每種情況下水漬的殘留程度及抹布清潔的難易度。透過這些數據，我們希望能找到最佳的清潔時機，從而提升日常清潔的效率和效果。

1. 不同時間比較實驗

(1) 實驗目的：

探討不同時間對於水漬清潔的效果影響。

(2) 實驗原理：

利用重物帶動輪軸，透過輪軸機械結構保證每次施加的力量相同，避免因為力道不均勻而造成清潔效果的差異，並利用輪軸擦拭鋁箔紙，來比較不同時間抹布擦拭後的乾淨程度。

(3) 實驗過程：

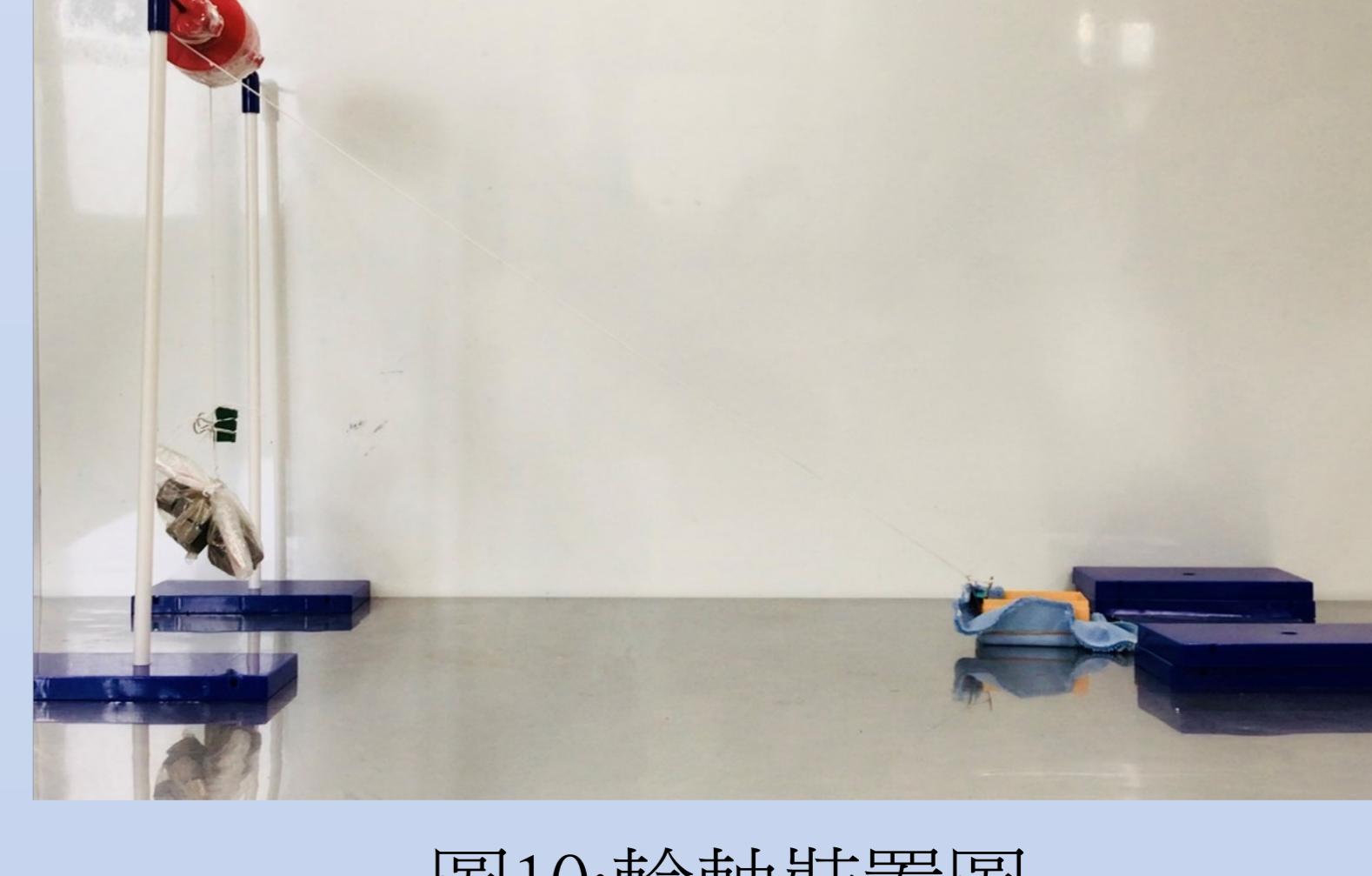
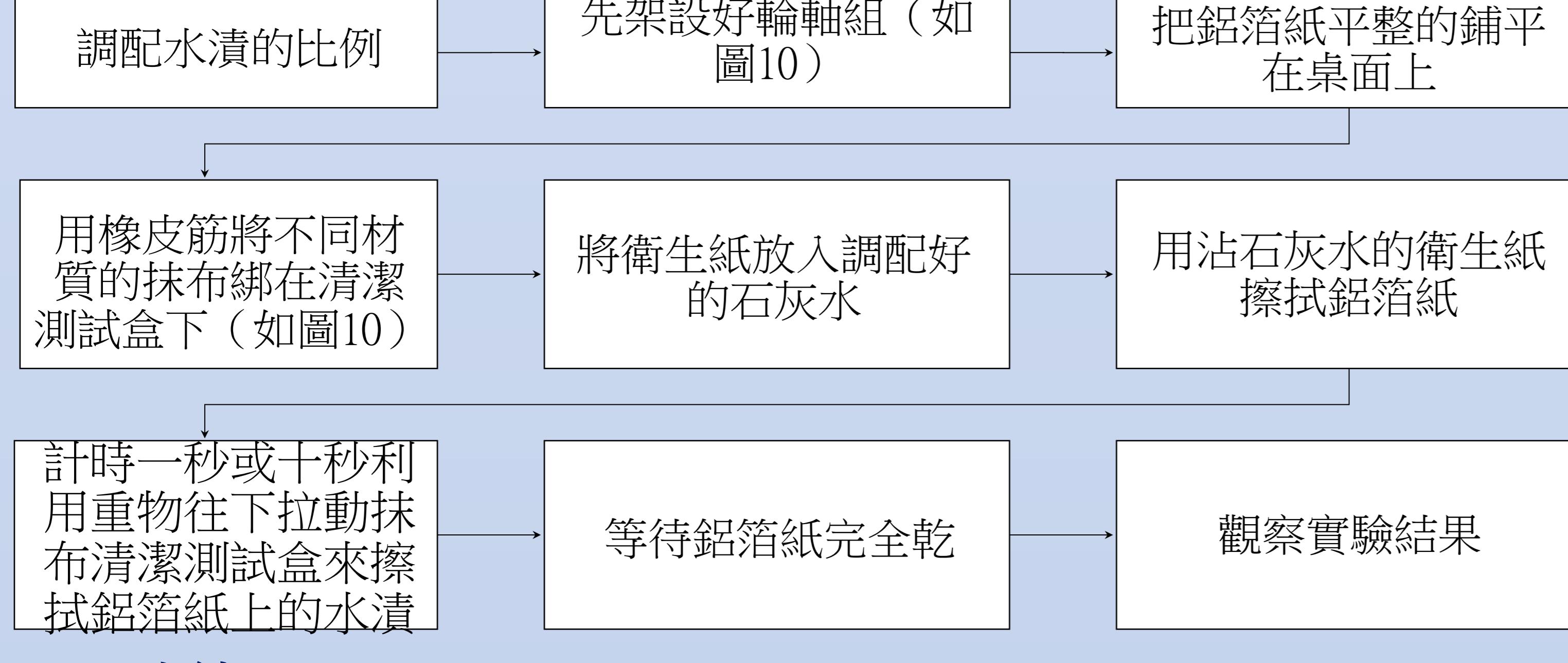


圖10:輪軸裝置圖

(4) 小結：

1秒與10秒的延遲清潔效果差異明顯，停留1秒比10秒的清潔效果更佳，顯示時間過長會使水漬更難去除。

2. 不同乾溼程度比較實驗

(1) 實驗目的：

透過抹布清潔測試盒來擦拭鋁箔紙，再比較不同乾溼程度抹布擦拭後的乾淨程度。

(2) 實驗原理：

利用重物帶動輪軸，輪軸轉動來帶動抹布清潔測試盒（抹布有乾有溼）來清潔鋁箔紙，再比較不同乾溼程度抹布擦拭後的乾淨程度。

(3) 實驗過程：

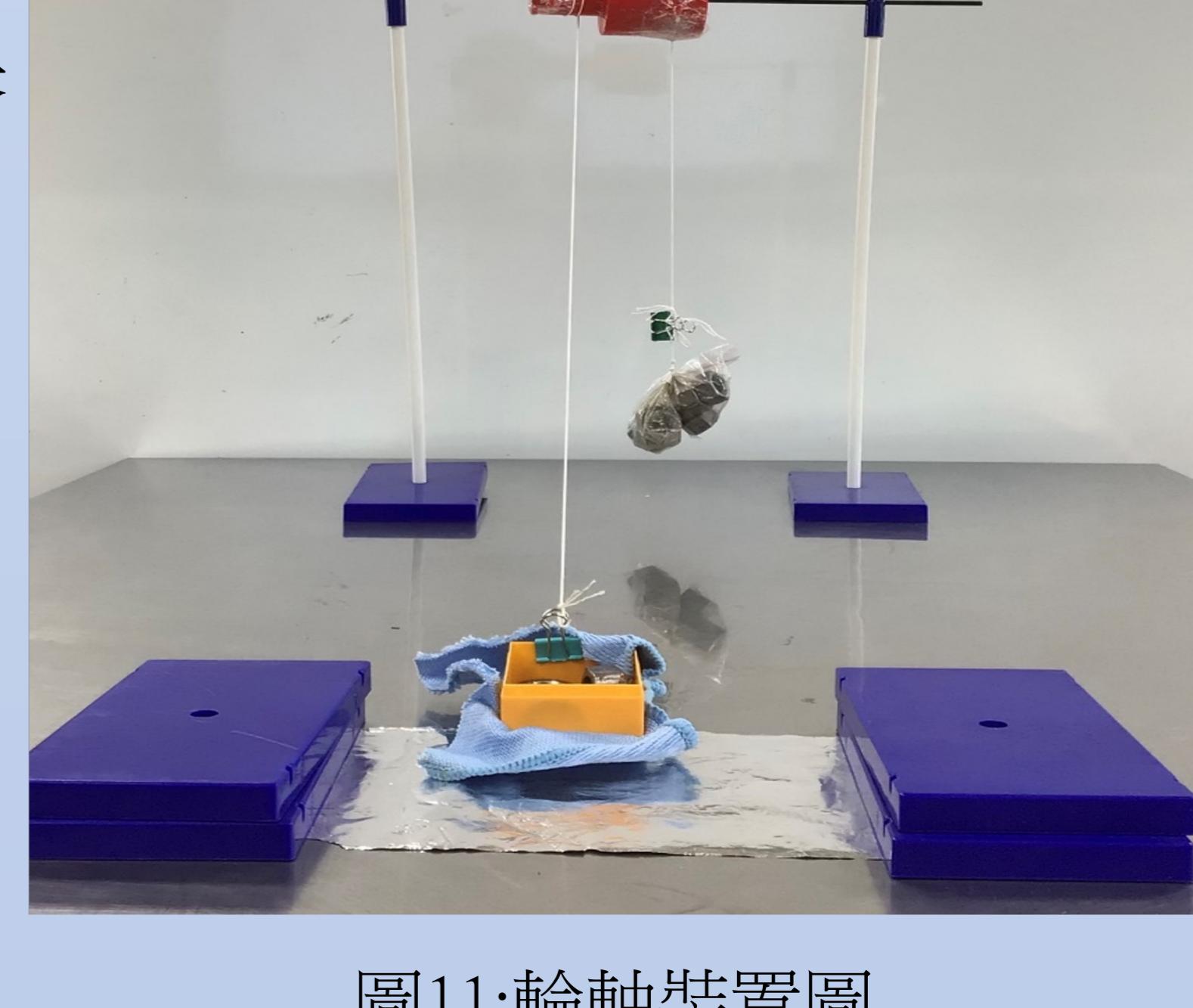
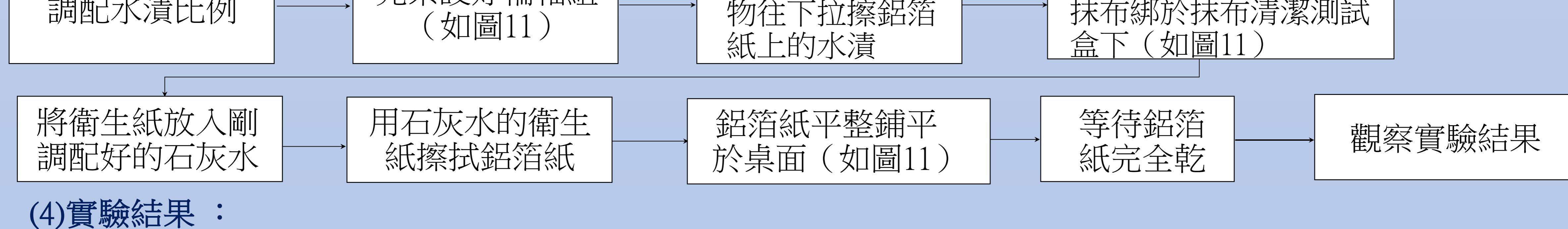


圖11:輪軸裝置圖

(4) 實驗結果：

	6mm	8mm	雙股	純棉布
實驗一	146416	173791	382143	514510
實驗二	114593	215737	562505	591809
實驗三	81103	236952	393426	511581
平均	114037	208827	446025	539300

	8mm	雙股	6mm	純棉
實驗一	193749	197329	486712	489812
實驗二	262732	122543	432626	504398
實驗三	230897	173969	337937	445887
平均	229126	164614	419092	480032

表1：溼 - 不同材質抹布清潔比較實驗結果表

表2：乾 - 不同材質抹布清潔比較實驗結果表

(5) 小結：

- 乾抹布的清潔效果優於溼抹布的清潔效果。
- 無論是乾濕抹布的清潔效果，純棉布的效果最差，洗碗布的效果較佳。
- 根據實驗結果，纖維長度越長，抹布孔隙越小，通常清潔力效果越好。

伍、結論

- 本實驗水漬生成使用1.7g石灰粉/1L水，調配出本實驗使用的水漬。
- 本實驗運用檸檬酸（酸）與鈣離子（鹼）中和，以及檸檬酸與鈣離子產生的螯合反應兩項原理清除水漬。我們發現檸檬酸（清潔劑）清潔水漬的最佳比例8g檸檬酸/100ml水的比例，不同溫度則不影響檸檬酸的清潔效果。
- 乾抹布的清潔效果優於溼抹布的清潔效果。無論是乾濕抹布的清潔效果，材質上以純棉布的效果最差，洗碗布的效果較佳。纖維數量較多且長度較長，抹布孔隙越小，通常清潔力效果越好。
- 立即清潔（1秒）比水漬停留時間長（10秒）再清除的清潔效果更佳，代表水漬停留時間過長會使其更難去除。
- 本實驗調配的最佳比例檸檬酸清潔劑，針對不同城市自來水生成的水漬皆具有極佳的清潔效果。