

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

080208

《擦擦筆大變身》～變色的鼻涕蟲

學校名稱：桃園縣立永順國民小學

作者： 小六 王致中 小六 林子皓 小六 廖彥銘	指導老師： 林麗娟 蔡青雅
---	-----------------------------

關鍵詞：擦擦筆、感溫粉、水黏土

摘 要

擦擦筆為何不需立可白就可以擦乾淨原來顏色，利用擦擦筆感溫變色的原理加上水黏土自製變色鼻涕蟲。

先由市售的擦擦筆分析調查開始，接著各種擦擦筆的特質，研究感溫材料的特質及與生活中不同材質物品的結合，研究感溫材料與水黏土的結合~感溫鼻涕蟲特質。

最後，利用研究結果，將感溫鼻涕蟲應用在生活上，製作實用奶瓶茶杯感溫器、引擎及電腦散熱器感溫器、感溫鑰匙圈、替代市售彈力球鼻涕蟲的感溫玩具及具環保實用功能的感溫牆壁等，藉由太陽光熱輻射讓牆壁產生變色效果，達到環保綠能永續功能。

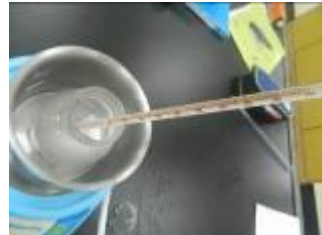
由觀察生活中有趣的文具~擦擦筆開始，經歷一連串的研究歷程，歷經許多困境甚至發生爭執，科學發現過程中我們學會最重要的科學態度~謙卑。



研究擦擦筆的特質



調製適用的水黏土



測試奶瓶感溫鼻涕蟲



製成感溫鼻涕蟲

【關鍵字】擦擦筆、感溫原理、水黏土

壹、研究動機

到底發生了甚麼事？為什麼我的領獎證明上的簽名不見了，記得我昨天簽完名以後還壓在桌墊下呀！為什麼今天早上一到學校，上面的簽名不但不見了，還變成了別人的名字！有沒有搞錯啊！難道有魔術師入侵校園嗎？原來是用那叫甚麼擦擦筆的奇怪東西簽名，難怪會被人擦掉，嗯！我一定要好好的研究，揭開神秘擦擦筆的真面目。

* 相關單元：南一版自然與生活科技五下第三單元~水溶液的性質

貳、研究目的

- 一、調查市售擦擦筆的性質與原理—內容物、酸鹼性、擦淨力、筆頭特質、廠牌等。
- 二、研究感溫粉的感溫特質及與其他材質結合之變化。
- 三、利用感溫原理找出感溫粉的生活應用實例並修正缺失做出成品。

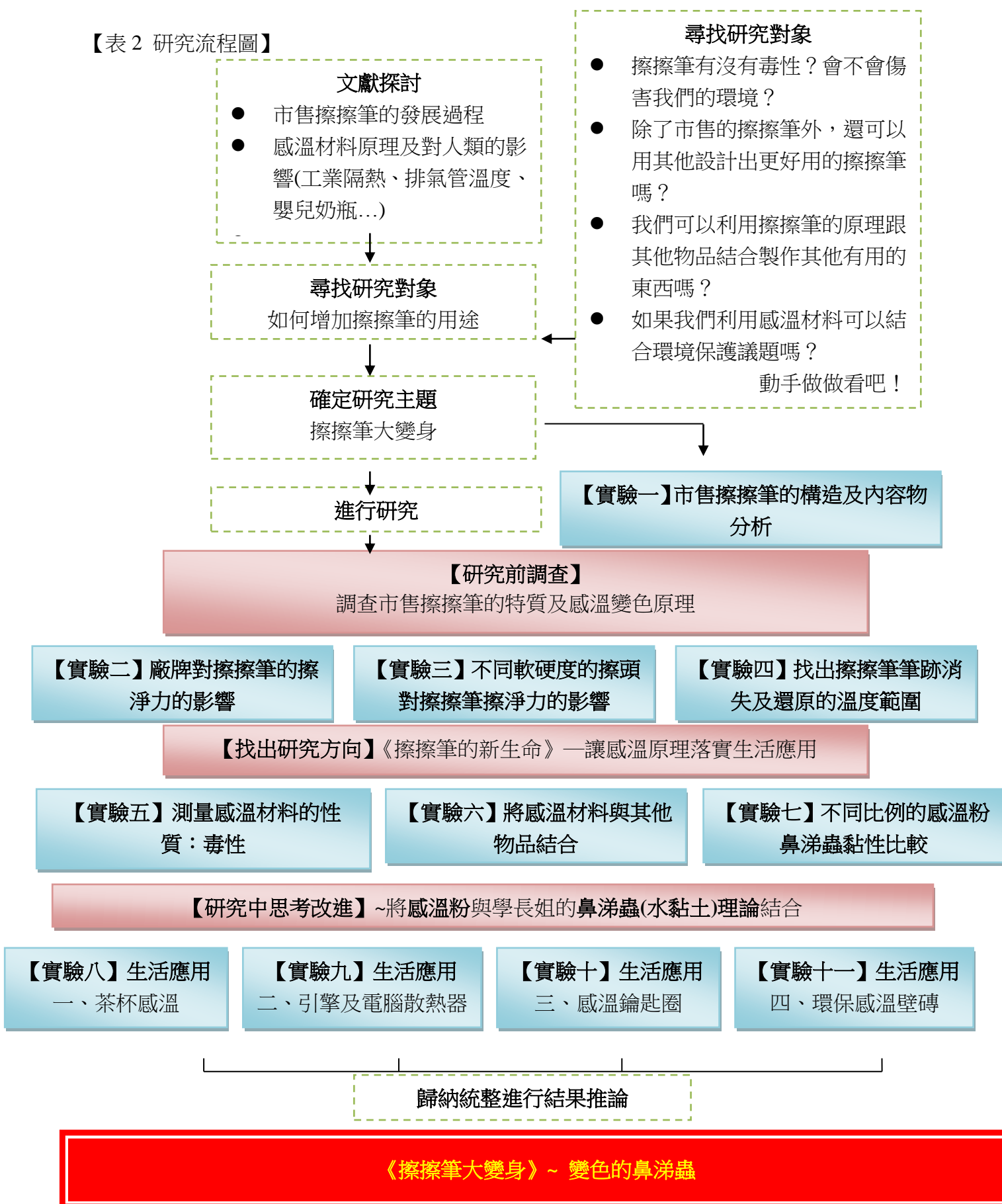
參、研究設備及器材

實驗	研究器材及藥品	表 1 研究器材及藥品
實驗一二	不同廠牌的擦擦筆各一支、有網路的電腦、白紙(6cm*7cm)*20	
實驗三	圓木棒*3、素描橡皮擦*3、鐵片*3、一般橡皮擦*3、墨水橡皮擦*3、保麗龍球、影印紙(6cm*7cm)*8、書面紙(6cm*7cm)*8、厚紙板(6cm*7cm)*8、擦擦筆*4	
實驗四	擦擦筆*4、燒杯*7、酒精燈*1、水溫計*7、熱水、白紙	
實驗五	感溫粉、燒杯*3、酸鹼指示筆、綠豆、培養皿*4、衛生紙、上皿天平	
實驗六	硼砂粉、膠水、感溫粉、熱水、燒杯、上皿天平、保麗龍膠、尺、計時手錶	
實驗七	硼砂粉、膠水、感溫粉、熱水、燒杯、上皿天平、保麗龍膠、尺、計時手錶	
實驗八	奶瓶、感溫鼻涕蟲、奶瓶加熱器、水溫計、計時手錶、茶杯(250ml)	
實驗九	筆記型電腦*1、機車*1、感溫鼻涕蟲、加熱器、水溫計、計時手錶	
實驗十	鑰匙圈、木棒、木座、美式圖釘、感溫鼻涕蟲	
實驗十一	木板、染料、感溫鼻涕蟲、氣溫計	

肆、研究過程與方法

一、我們的研究過程如下：

【表 2 研究流程圖】



二、調查工作

(一) 文獻探討：

1. 研究團隊所購買的市售擦擦筆：

擦擦隱形筆能透過筆桿末端的膠粒擦拭，是由於擦擦隱形筆的墨水採用 Metamocolor 技術，會在 65°C 或以上發生物理變化，變成透明，而以膠粒擦拭是利用摩擦生熱來令紙張加熱至 65°C 以上。另外，擦擦隱形筆的墨水會於零下 10°C 或以下重現，因擦擦隱形筆所寫的字能擦拭的關係。

2. 擦擦筆的變色原理：

熱敏變色（感溫變色）油墨分為四大類：常溫下顯示某種特定顏色，經加溫後顏色消失變為無色，冷卻後立即恢復到原有顏色，因其變化過程可逆，稱為“可逆溫變消色油墨”；在常溫下顯示無色，經加溫後變為另外一種顏色，冷卻後又恢復為原來的無色，因其變化過程可逆，稱為“可逆溫變髮色油墨”；加溫後從無色或從某種特定顏色轉變為另外一種顏色，經過加溫後顯示的顏色也不會消失，故稱為“不可逆溫變色油墨”。

3. 感溫粉的變色現象：

變色原理是利用上述Capsule中的**油質現象**—遇到溫度下降就會凝固，溫度上升便會變回液體—產生溫度下降產生顏色，而溫度上升顏色會消失的效果，由於變色塗料受熱後分子內部結構改變，而結構的改變，就會造成選擇性反射不同波長的光線，導致眼睛所捕捉到的色光就會因此不同。在高溫時，我們無法看見墨水反射出的顏色，但當溫度再次降低時，結構回復原狀導致字跡的顯現。

4. 水黏土：(硼砂與聚乙烯醇的交聯作用)

硼砂與聚乙烯醇的反應，硼砂溶於水產生 $B(OH)_4^-$ ，利用四個 OH 基與聚乙烯醇的 OH 基產生氫鍵或脫水反應，因此把原本可自由移動的聚合物長鏈綁在一起，顯示出來的巨觀行為就是黏滯性(與黏性無關)增加。



(二) 尋找研究對象：擦擦筆的新生命 ~ 改進擦擦筆的功能

(三) 研究中調查：尋求擦擦筆原理及原料

(四) 確定研究主題：《擦擦筆大變身》～ 變色的鼻涕蟲

(五) 分析，進行結果推論：

【實驗一】市售擦擦筆特色分析

【實驗二】不同廠牌擦擦筆擦淨力的差異

【實驗三】不同擦頭對擦擦筆的擦淨力的影響

【實驗四】找出擦擦筆筆跡消失及還原的溫度範圍

【實驗五】測量感溫材料的性質：毒性

【實驗六】研究感溫粉與不同材料的混和

【實驗七】不同比例的感溫粉鼻涕蟲的黏性比較

【實驗八】〈生活應用一〉茶杯感溫器

【實驗九】〈生活應用二〉電腦及機車引擎感溫器

【實驗十】〈生活應用三〉感溫鼻涕蟲鑰匙圈

【實驗十一】〈生活應用四〉環保感溫壁磚

伍、研究結果

【實驗一】市售擦擦筆特色分析

一、實驗前思考及預測：查詢市售擦擦筆有哪些廠牌，並購買不同顏色以進行比較研究。

二、實驗方法：

(一)【實驗一】針對市售擦擦筆原理及特質分析

(二)【實驗二】針對不同廠牌擦淨力進行比較，將結果記錄下面表格中並分析結果

三、實驗過程與結果：

【表 3】不同廠牌擦擦筆內容物、原理及構造分析

廠牌名稱	原理	特質 (墨水色澤、防水度)
百○ 摩擦筆	 摩擦 生熱	✚ 乾掉之後頗防水，如果將熱水澆上去會瞬間蒸發看不見筆跡。除藍色外，其餘的均有顏色過淡的問題，尤其是黑色不容易顯現。
百○按鍵 摩擦筆	 摩擦 生熱	✚ 使用按鍵較為方便。
三○ 擦擦筆	 物理 吸附	✚ 號稱一般橡皮擦就可以擦拭乾淨。台灣目前已經沒有進口販賣。
三○ 魔神筆	 物理 吸附	✚ 非常環保，顏色較摩擦筆為淡，擦的比較不乾淨。

四、實驗結果與討論：

(一)目前市面上擦擦筆的廠牌不多，可見擦擦筆不是很容易製造出來的，這讓我們對擦擦筆的原理更感興趣。

(二)兩種廠牌的原理不同，不知道哪一種原理比較適合繼續深究？於是我們又設計了實驗二繼續深入討論。

【實驗二】不同廠牌擦擦筆擦淨力的差異

一、實驗方法：

- (一)潔淨力比較方法：將六支筆在影印紙上分別畫出約 5 公分線條後盡量以一樣的力道擦掉，再比較潔淨程度(程度依序為 1~5，數字越大代表越乾淨)。
- (二)筆跡消失及還原溫度測量方法：在 100℃ 熱水降溫過程中逐步滴在擦擦筆筆跡上(由 100℃、99℃、98℃…依此類推)，再記錄筆跡消失溫度；筆跡消失後，用課程中所教的冷劑：冰塊及鹽巴加入水中，調整溫度，一樣逐步滴入冰水(由 10℃、9℃、8℃…依此類推，記錄筆跡重新出現的溫度)。
- (三)墨水滑順程度：請班上同學(共 28 人)書寫後投票表決後決定。
- (四)墨水顏色深淺：以肉眼觀察，並訂數字比較。

二、實驗過程與結果：

【表 4】不同廠牌擦擦筆擦淨力比較表

廠牌	顏色	潔淨度	橡皮擦材質	購價	滑順度	顏色	筆跡消失 還原溫度
三○牌 	紅	3	一般橡皮擦	49 元	7 人/28 人	較淺	無
	黑	3					
	綠	4					
百○牌 	紅	4	專用橡皮擦	56 元	21 人/28 人	較深	-3℃~60℃
	黑	5					
	綠	5					

二、實驗結果與討論

- (一)百○牌較三○牌潔淨度、滑順度、顏色較佳、價位是三○牌較百○牌便宜。
- (二)但三○牌目前較難買到，所以我們實驗以百○牌為主，且可購買到不同顏色以作為其他實驗的比較，我們也發現百○牌是因為感溫原理而產生筆跡改變，且需要專用橡皮擦才能擦乾淨，是個可以深入研究的課題。

【實驗三】 不同軟硬度的擦頭對擦擦筆筆跡擦淨力的影響

一、實驗方法：

- (一)將三種磅數不同的紙張(磅數依序由輕到重為影印紙、書面紙、厚紙板)全部用黑色擦擦筆(顏色較為明顯)並畫上 5cm 的直線。
- (二)將七種不同軟硬度的擦頭分別摩擦三種紙張，每張均來回擦 20 次。
- (三)將結果分為四種等級記錄並分析討論。

二、實驗過程：

【表 5】 不同軟硬度的擦頭對擦擦筆筆跡擦淨力的影響實驗歷程紀錄

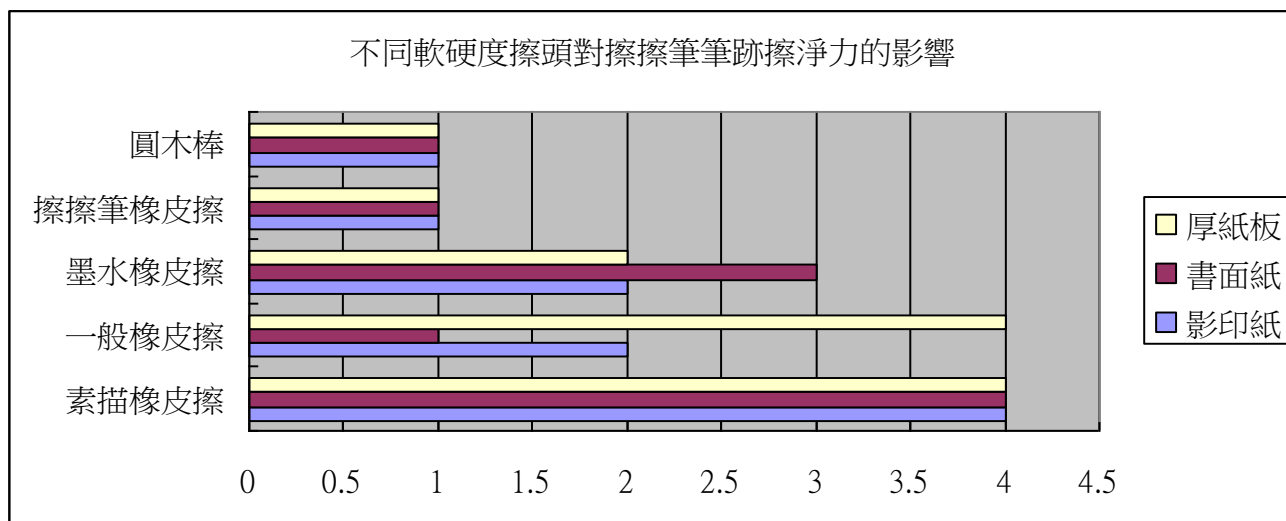
			
<p>準備不同硬度的擦頭</p>	<p>準備不同磅數紙張</p>	<p>分別來回摩擦 20 次</p>	<p>將結果記錄下來</p>

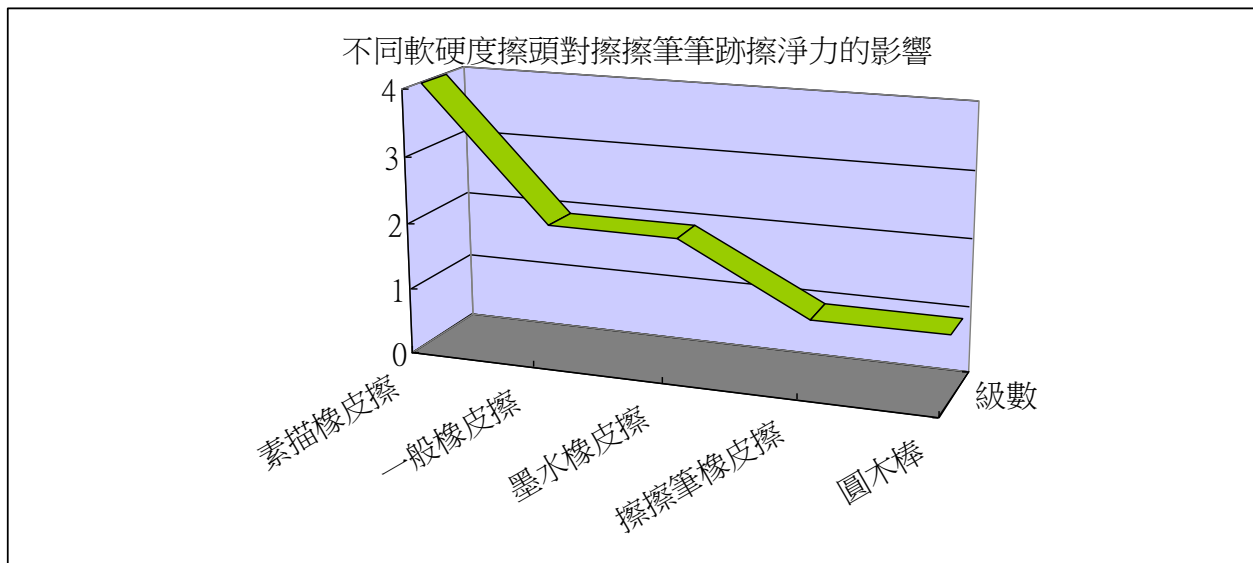
【表 6】 不同軟硬度擦頭對擦擦筆筆跡擦淨力的影響

【軟硬度:0 最軟 4 最硬】

種類	素描 橡皮擦	一般 橡皮擦	墨水 橡皮擦	擦擦筆 的橡皮擦	圓木棒
軟硬	0	1	2	3	4
影印紙	4	2	2	1	1
:磅數低	完全無法擦拭 乾淨	擦得還算乾淨	擦得還算乾淨	擦得非常乾淨	擦得非常乾淨
	不會刮傷紙張	不會刮傷紙張	不會刮傷紙張	不會刮傷紙張	會刮傷紙
書面紙	4	1	3	1	1
:磅數中	完全無法擦拭 乾淨	擦得非常乾淨	擦得不太乾淨	擦得非常乾淨	擦得非常乾淨
	不會刮傷紙張	不會刮傷紙張	會刮傷紙	不會刮傷紙張	不會刮傷紙張
厚紙板	4	4	2	1	1
:磅數高	完全無法擦拭 乾淨	完全無法擦拭 乾淨	擦得乾淨	擦得非常乾淨	擦得非常乾淨
	不會刮傷紙張	不會刮傷紙張	會刮傷紙	不會刮傷紙張	會刮傷紙

- 結論
- ✚ 我們發現不同軟硬度擦頭的擦淨力完全不同。
 - ✚ 不同紙張的影響比較小，擦淨力主要還是跟擦頭有關。
 - ✚ 擦拭力道及方向我們盡量採用同樣的力量及方式進行。





二、實驗結果與討論：

- (一)不同擦頭擦淨力以擦擦筆橡皮擦及圓木棒擦的最乾淨，但以圓木棒當作擦擦筆擦頭會傷害紙張，所以不是最好的擦頭選擇。
- (二)不同擦頭擦淨力在不同磅數紙張沒有明顯差距。
- (三)只有一般橡皮擦在三種紙張有完全不同的效果，反而在厚紙板的擦淨效果最佳。
- (四)實驗預測越軟的擦頭擦淨力越強但結果發現擦淨力跟軟硬度沒有直接關係。
- (五)我們原本沒料到圓木棒雖然會刮傷紙張但可以擦掉擦擦筆的筆跡，所以實驗結果發現木棒應該具有某種特質可以讓擦擦筆筆跡消失。
- (六)我們原本預測實驗中素描橡皮擦會有很好的擦淨效果，但結果不然完全沒有擦淨力，這可以當作未來研究擦擦筆筆跡消失原理的重要參考實驗資料。
- (七)下一次實驗前應先查詢擦擦筆筆跡消失的原理是否與一般鉛筆不同，查詢後發現摩擦筆的原理應為~溫變效應，所以我們便可以利用不同溫度來作為測試摩擦筆筆跡消失的溫度。

【實驗四 B】 找出擦擦筆筆跡消失的溫度範圍~50-70°C

一、實驗思考與預測

- (一)經過上網查詢，發現網路上所寫的資料都告訴我們，摩擦筆筆跡消失的溫度為 65°C，符合我們實驗四 A 所作出來的結果為水溫在 50~70°C 區間。
- (二)但為求精確，所以我們繼續在 50~70°C 之間進行類似的實驗，以便確認擦擦筆筆跡消失所需最低的溫度。
- (三)為了讓溫度可以更精準的掌握，這次研究團隊決定要用 2°C 做為間隔溫度，於是實驗速度就變成了相當大的考驗，為了保持水溫，旁邊有熱水、冰塊及水溫計備用，以保持實驗的準確性。

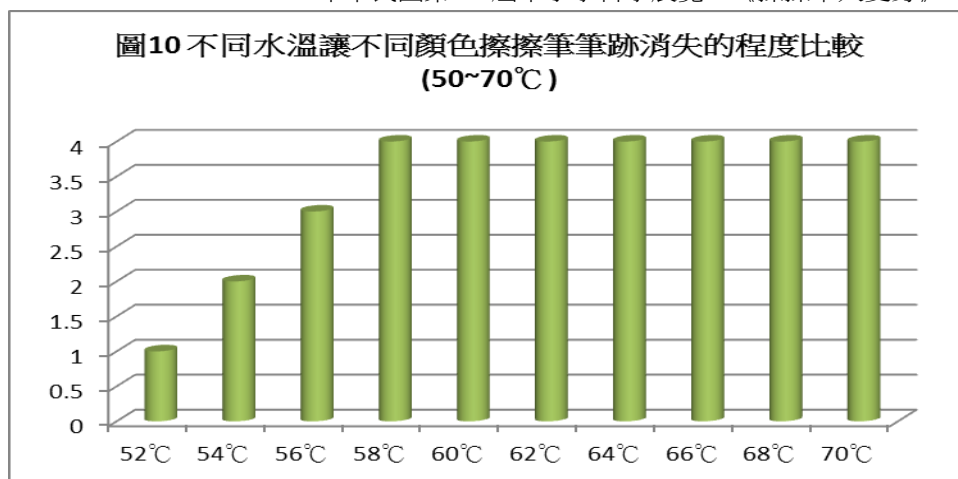
三、實驗過程：

- (一)先調好 70°C 的水共 10 個燒杯各 250 cc 預備。
- (二)用市面上所能購買的到之各色擦擦筆(紅色、綠色、藍色、黑色)顏色端，分別在五張紙上各畫下四條 5 公分的直線。
- (三)並以透明膠帶護住筆跡，避免被水模糊筆跡。
- (四)在紙的中間放入隔板，再用不同溫度的水在每張紙上的另外半邊同時淋下 150 cc 的水，所以可以看到兩者的比較，觀察實驗結果並記錄在下列表四 B.1 中。

四、實驗結果

【表 9】 不同水溫讓不同顏色擦擦筆筆跡消失的程度比較(50~70°C)

水溫	52°C	54°C	56°C	58°C	60°C	62°C	64°C	66°C	68°C	70°C
紅色	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4
綠色	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4
藍色	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4
黑色	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4
文字敘述	<p>✚ 【52~56°C】區間消失約需要 2~3 mins，但消失的很乾淨，完全沒有留下痕跡。</p> <p>✚ 【56~58°C】消失約需要 30sec~1min，筆跡消失的也很乾淨，看不出有筆跡。</p> <p>✚ 【62~70°C】筆跡在澆上熱水後馬上消失，可以得知擦擦筆筆跡是因為熱而產生變化。</p> <p>✚ 證實擦擦筆筆跡消失最低需要的溫度為 58°C，與網路上所查詢到的 65°C 似乎有所差距，所以我們又再做了兩次，發現結果仍然是 58°C。</p>									



四、實驗討論

(一)實驗結果與網路上的查詢結果有所差異，使我們對於實驗過程產生懷疑，但經過兩次實驗結果，我們發現也許網路上的不一定是正確答案，所以我們還是決定要採用我們實驗出來的結果，擦擦筆消失筆跡的變色溫度為 58°C。

(二)而一旦知道擦擦筆筆跡消失的溫度，就會讓我們想要試著知道筆跡還原的溫度為何，所以我們就用相似的方法，設計了下一個實驗四 C~擦擦筆筆跡還原的溫度比較。

【實驗五】 測量感溫材料的基本性質~毒性

一、實驗方法：利用綠豆的發芽率及不同濃度的感溫粉水溶液測試其毒性。

二、實驗過程：

(一)分別調製不同溫度(31°C、45°C、63°C)感溫粉 200mg 和純水 100ml 成重量百分濃度為 0.2%之感溫水溶液 3 杯做為實驗組，未加感溫粉之 100ml 純水 1 杯作為對照組。

(二)拿四個培養皿鋪上各四張衛生紙，再整齊的放上各 50 顆綠豆。

(三)每天定期在培養皿中加入純水及不同溫度(31°C、45°C、63°C)的感溫粉水溶液各 3ml。

(四)每天記錄和拍照並觀察結果為期一個月，將結果紀錄於下列表格中。

三、實驗結果：

【表 12】 不同重量百分濃度感溫粉水溶液的綠豆發芽率(毒性)比較

日期	9/30-10/5	10/6-10/12	10/13-10/19	10/20-10/26	平均值	觀察日誌
週數	Week1	Week2	Week3	Week4		
純水 發芽率(%)	0 0%	10 20%	25 50%	50 100%	100%	完全沒有毒性，可以讓綠豆都發芽，一個月後的發芽率高達 100%
31°C 發芽率(%)	0 0%	0 0%	9 18%	34 68%	54.7%	毒性較強，但還是可以讓 68% 綠豆發芽
43°C 發芽率(%)	0 0%	0 0%	10 20%	25 50%		比較毒，可以讓 50% 綠豆發芽
65°C 發芽率(%)	0 0%	5 0%	20 40%	23 46%		毒性最強，只讓 46% 綠豆發芽
純水： 感溫粉	0：0	10：5	25：13	50：23	根據實驗可知感溫粉比例越高，發芽率越低	

圖12 不同重量百分濃度感溫粉水溶液的綠豆發芽率(毒性)比較

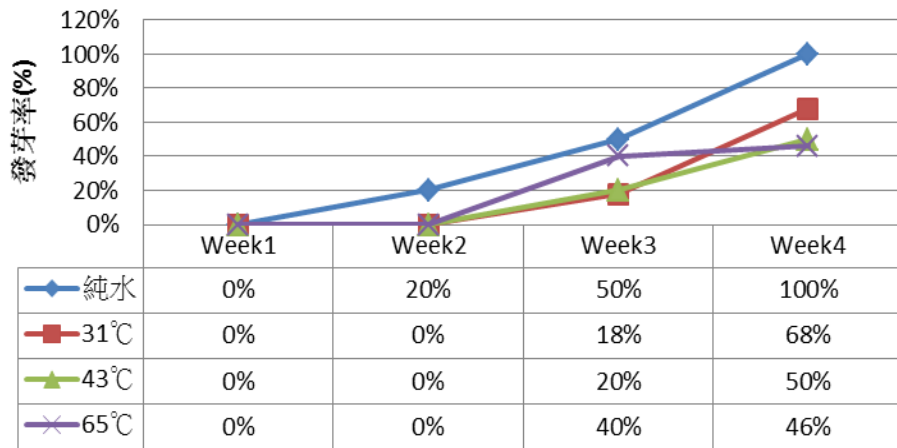
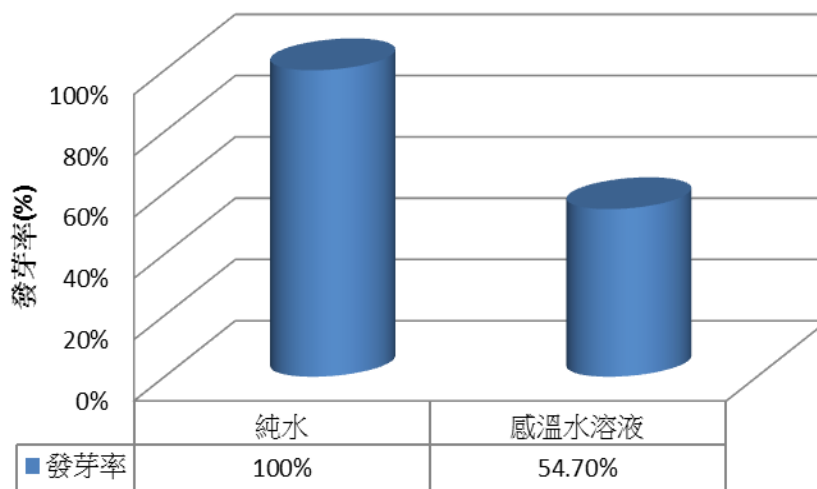


圖13 純水與感溫水溶液綠豆發芽率比較



四、實驗討論：

- (一)每一周的發芽率越來越高，發芽比例呈正比。
- (二)從純水及感溫粉的發芽率不同，可以看出感溫粉不容易讓綠豆發芽，可能是因為感溫粉含有些微毒性，所以未來在生活應用部分，希望可以達到重複使用，才不會因此污染環境。
- (三)而如果能夠更進一步，化危機為轉機，讓原本對環境不友善的化學材料得到重生，更是我們研究團隊希望達到的目標。
- (四)於是，我們首先就感溫材料與其他生活物品的結合及感溫材料的生活應用部分開始思考。

【實驗六】將感溫材料於其他生活中的物品結合





(一) 實驗構想及實驗預測：

1. 讓感溫粉可以藉由利用不同黏性的物品附著在需要感溫的材料之上。
2. 收集生活中不同黏性的物品設計成適合與感溫粉結合之裝置，如水黏土(鼻涕蟲)、膠帶、膠水、保麗龍膠、指甲油等易取得的材質。

(二) 實驗過程及方法：

1. 把一個 250 cc 的燒杯裝滿熱水(約 87 度 C)
2. 把第一組到第四組依序附著在燒杯上觀察其變色情形 (編號甲及編號乙用貼的，編號甲及編號乙用塗的)
3. 評斷各組優缺點並將結果記錄在表格中。

表 13 不同物品與感溫材料結合的方式說明表

編組	甲	乙	丙	丁
物品	水黏土	膠帶	膠水	保麗龍膠
製作比例方法	硼砂+膠水+感溫粉 (4 g : 10 g : 20mg)	把膠帶黏上感溫粉再把這塊膠帶貼在一塊更大的膠帶上	把膠水倒入燒杯後再加入感溫粉 (10 g : 20mg)	把保麗龍膠倒入燒杯後再加入感溫粉 (10 g : 20mg)
說明	市售鼻涕蟲的黏性會因為硼砂濃度而有所不同。	膠帶非常方便取得，我們使用不傷紙面的紙膠帶。	一般膠水既便宜又好用。	保麗龍膠具有可以黏附在不同材質壁面的特色
圖片				

(三) 實驗結果

表 14 不同物品與感溫材料結合的使用結果






編號	甲	乙	丙	丁
名稱	感溫水黏土	感溫膠帶	感溫膠水	感溫保麗龍膠
是否可以重複使用	可以無限次重複使用	一定程度的使用次數	無法重複使用	無法重複使用
變色速度	8 秒 0 2	1 秒 0 5	3 秒 8 5	7 秒 4 4
圖片				
優點	 自由調整黏性且可重複使用。	 容易取得。感溫變色時。	 感溫變色時間較短。	 保麗龍膠可以使用的物品。
缺點		 黏性在使用數次後消失。	 次等待膠水乾燥時間長。	 只能使用一次。

四、實驗討論：

- (一)由於感溫粉的價位偏高，所以必須是可以重複使用的產品。(編號甲、編號乙較優，編號丙及編號丁則淘汰)。
- (二)編號乙的變色速度最快，不過因為時間都很短，所以仍選擇編號甲「可以無限次重複使用」的優點進行之後的實驗。
- (三)而當我們在討論時，其實對於學長姊的實驗有著極大的興趣，也因為水黏土是五、六年級目前瘋狂的玩具之一，如果能將水黏土與感溫粉結合讓研究團隊真的很感興趣。
- (四)而實驗結果也證實水黏土的確很適合繼續研究。

【實驗七 A】不同比例的感溫粉鼻涕蟲黏性比較~初嘗試學長姐實驗

一、實驗結果：

硼砂量	2%	4%	6%	8%	10%
圖片					
黏性評比	8	6	4	2	1
黏著時間	2 時 7 分 46 秒 (7666 秒)	1 時 30 分 30 秒 (5430 秒)	0 時 45 分 49 秒 (2749 秒)	0 時 15 分 59 秒 (959 秒)	0 時 6 分 50 秒 (1910 秒)
彈力高度(cm)	7	8	5	1	1
軟硬度評比	10 分	8 分	6 分	3 分	2 分
摸起	嚼過的口香糖	愛玉	布丁	杏仁豆腐	鼻涕
文字說明	彈性適中 黏性佳 太軟	彈性適中 黏性佳 軟度適中	彈性適中 黏性不佳 太軟	彈性不佳 黏性不佳 太軟	彈性不佳 黏性不佳 太軟

【黏性：10 最黏，1 最不黏；硬度：10 最軟，1 最硬】

四、實驗結果與討論

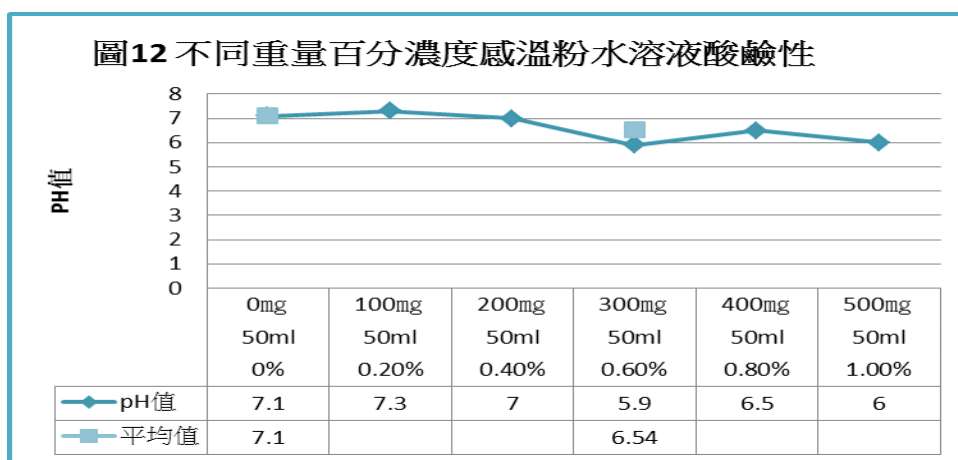
(一)水黏土有發生幾個問題

- 1.首先是發現放置空氣中時間過長，會因為乾燥而脆化。
- 2.也發現當水黏土黏性太大會容易脫落，不容易黏著。
- 3.感溫粉的濃度也會影響到溫度的變化，濃度越濃顏色變化越需要時間

(二)研究後發現我們還想要有不同的可能性，希望可以達到更好的效果，於是設計了後續、的實驗，也許我們可以做變化，不同變色溫度的感溫粉、不同比例的硼砂及不同顏色的底色

【延伸實驗】感溫粉水溶液探討

一、延伸實驗一 感溫粉水溶液的酸鹼性



二、延伸實驗二 感溫粉水溶液的導電性

測試感溫粉水溶液是否具有導電性

	加了感溫粉的水溶液	未加感溫粉的自來水
LED 燈泡是否發亮	 <p>發亮</p>	 <p>微亮</p>

【實驗七 B】不同比例的感溫粉鼻涕蟲黏性比較~第二次嘗試

一、實驗結果：

【表 18】 研究者的感溫粉鼻涕蟲比較

研究者甲	熱硼砂水	6%	8%	10%	12%	14%
	黏性評比	5	5	4	4	1
	黏著時間	35 分鐘	2-3 分鐘	75 秒	30 秒	無法黏著
	軟硬比較	6	5	5	4	3
研究者乙	熱硼砂水	1%	2%	3%	4%	5%
	黏性評比	10	8	8	6	5
	黏著時間	流體無法黏著		2-3 小時	1-2 小時	73 分鐘
	軟硬比較	10	10	9	6	6
研究者丙	熱硼砂水	100%	200%	300%	400%	500%
	黏性評比	1	1	1	1	1
	黏著時間	無法黏著	無法黏著	無法黏著	無法黏著	無法黏著
	軟硬比較	2	1	1	1	1

【黏性：10 最黏，1 最不黏；軟硬度：10 最軟，1 最硬】

三、實驗結果與討論

1. 根據實驗，研究者乙的實驗設計比例以重量百分濃度 3% 者，最適合未來應用，未來可加上顏色及不同溫度的感溫粉製作成不同顏色的感溫粉鼻涕蟲備用。

【實驗七 C】不同比例的感溫粉鼻涕蟲黏性比較~成功作品


一、實驗過程與方法：

(一)第一組變因~在每一個試管中各加入 300mg 的 31°C、43°C 及 65°C 變色的感溫粉攪拌均勻，31°C 可以用於氣溫，43°C 可以用於機器而 65°C 可以用於水溫等不同。

(二)第二組變因~在每一個試管中加入 300mg 的 31°C 變色的感溫粉攪拌均勻，另於另兩種加入不同水彩當作底色(採三原色紅色 R、藍色 B 及黃色 Y)。










二、實驗結果：

【表 19】不同變色溫度的感溫粉鼻涕蟲成品

濃度	1%熱硼砂水		3%熱硼砂水		5%熱硼砂水	
變溫						
31°C	L1		L3		L5	
43°C	M1		M3		M5	
65°C	H1		H3		H5	

L：低溫 31°C；M：中溫 43°C；H：高溫 65°C；L1 則代表加入 1%熱硼砂水，餘者類推。

【表 20】不同底色的感溫粉鼻涕蟲成品(加 31°C 變溫之感溫粉)

濃度	1%熱硼砂水		3%熱硼砂水		5%熱硼砂水	
底色						
紅色	R1		R3		R5	
藍色	B1		B3		B5	
黃色	Y1		Y3		Y5	

R：紅色；B：藍色；Y：黃色；；R1 則代表加入 1%熱硼砂水，餘者類推。





【實驗八】 感溫粉鼻涕蟲的生活應用~茶杯感溫器

(一) 實驗方法及過程

1. 實驗八-不同材質之茶杯，分別為塑膠、環保、保溫、玻璃、馬克及瓷杯。
2. 調製適用於之感溫粉鼻涕蟲(65°C 變色，20ml 膠水+250ml 熱硼砂水)備用。
3. 同時分別在不同材質的茶杯中加入剛沸騰的熱水(90~95°C)各 100 cc，將 65°C 變色之感溫粉鼻涕蟲(編號 H3)直接黏附瓶子外表上，接著用碼表計時，觀察記錄。

(二) 實驗結果與討論

表 21 不同材質茶杯使用感溫粉鼻涕蟲(編號 H3)之變色情形紀錄表

號	A	B	C	D	E	F
材質						
	塑膠杯	環保杯	保溫杯	玻璃杯	馬克杯	瓷杯
變色情形	42 秒 完全變色	35 秒 完全變色	觀察 2 天 無法變色	26 秒 完全變色	16 秒 完全變色	57 秒 完全變色
討論	可以發現感溫粉鼻涕蟲在 20~60 秒內完全變色適用於奶瓶及茶杯感溫變色用途。					

【實驗九】 感溫粉鼻涕蟲的生活應用~電腦散熱器及機車引擎

(一) 實驗前的思考歷程及方法：




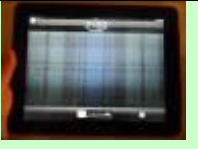

1. 研究團隊想到如果我們可以事先透過顏色變化，就知道電腦是不是過熱？機車引擎會不會燙傷人？ 應該也是很好的生活應用吧！

(二) 實驗過程及方法：

1. 將 43°C 變色之感溫粉鼻涕蟲(編號 M3)黏在筆電及機車引擎上，並將實驗記錄記下來。

(三) 實驗結果與討論

表 22 不同電腦使用感溫粉鼻涕蟲(編號 M3)之變色情形紀錄表

	筆電一(舊)	筆電二(新)	桌上型電腦	i-Pad	機車引擎
圖 片					
編 號	M3	M3	M3	M3	M3
變色時間	2 小時 45 分	觀察 2~3 天	47 分鐘	觀察 2~3 天	馬上
變色情形	完全變色	無法變色	完全變色	無法變色	完全變色
實 驗	1. 感溫粉鼻涕蟲對舊的筆電及桌上型電腦，是很有用的，但是新筆電則完全沒用				
討 論	2. 當機車使用後，將感溫粉鼻涕蟲放置在引擎上，馬上變色，當感溫粉鼻涕蟲變回原來顏色的時候，就可以觸摸了。				





【實驗十】 感溫粉鼻涕蟲的生活應用~鑰匙圈

(一) 實驗預測及方法

1. 如果把鼻涕蟲放入鑰匙圈中，應該可以讓攜帶更方便，增加它的便利性，但是，如果放進鑰匙圈的話，由於鑰匙圈有厚度的，那是否會影響到它的變色溫度呢？
2. 將編號 R3、Y3、B3 放置空鑰匙圈中，接著放置，並將實驗記錄記下來。

(二) 實驗結果

表 23 不同感溫粉鑰匙圈(31°C 感溫變色之不同顏色)

	R3	Y3	B3
圖 片			
	實驗前	實驗前	實驗前
			
	實驗後	實驗後	實驗後
10 秒	36.4°C	35.6°C	36.4°C
20 秒	36.9°C	40.0°C	36.9°C
30 秒	40.8°C	41.7°C	40.8°C

(三) 實驗討論

1. 我們用 31°C 變色可以感覺氣溫的不同。
2. 而鑰匙圈裡面的感溫粉鼻涕蟲可以取出再次使用，更可以製成不同變溫的感溫粉，所以更進一步製成 L3、M3、H3。
3. 一開始時，我們在鼻涕蟲中加入了過多的感溫粉，導致其變色過程為：濃色變淡色，非常難以辨別是否完全變色，如需使其完全變色，就必須用過高的溫度或過久的時間來達成，在聽取同學、老師的意見後，才更改了實驗比例，讓感溫粉的量降低，才使變色過程更為；淡色變無色，非常容易辨別是否完全變色。

【實驗十一】 感溫粉鼻涕蟲的生活應用~環保感溫壁磚**(一) 實驗過程及方法**

1. 將 31°C 變色之感溫粉鼻涕蟲分別取 R3、Y3、B3 與實驗室中找到的有洞的木板結合，分別做成實驗組及對照組。
2. 將實驗組的木板加熱致變色後觀察情形並記錄於下。

(二) 實驗結果

表 24 環保感溫壁磚使用後的情形比較(溫度變化°C)

圖 片	紅色(R)		黃色(Y)		藍色(B)	
	紅外線	氣溫計	紅外線	氣溫計	紅外線	氣溫計
	37.6	31	36.4	26	34.9	33
10 秒	40.4	33	36.9	27	36.6	35
20 秒	50 以上	34	38.8	29	38.2	38
30 秒						

(三) 實驗討論

1. 由於在加熱之後都有變色的情形，所以可做為綠建材，31°C 會變色的壁磚可以做為是否開冷氣的參考。
2. 氣溫計及紅外線溫度計的數據相差頗大，可能是因為感測位置的不同。
3. 由於紅外線溫度計以及一般的氣溫計的感測極限溫度皆為 50 度，所以最多只能做到 30 秒的變色情形。

陸、結論與心得

一、實驗結論

- (一) 為得知擦擦筆筆跡消失的原理是否與一般鉛筆不同，發現摩擦筆的原理應為~溫變效應，所以我們便可以利用不同溫度來作為測試摩擦筆筆跡消失的溫度，經由實驗得知擦擦筆筆跡消失及還原溫度範圍為 58~-10°C，所以如果將擦擦筆擦過的紙放入冰箱冷凍庫中，隔一段時間就可以還原原本的筆跡。
- (二) 實驗結果與網路上的查詢結果有所差異，使我們對於實驗過程產生懷疑，但經過兩次實驗結果，我們發現也許網路上的不一定是正確答案，所以我們還是決定要採用我們實驗出來的結果。
- (三) 如感溫變色是擦擦筆的基本原理，那它是利用什麼材料讓溫度產生變化？而我們是否可以買到相似的材料也製成具備相同原理但不一樣的生活應用呢？最好能永續使用，達到環保節能效果，作為身為一個小學生，能配合六下自然與生活科技課程第三單元~永續家園之最佳實際環境保護行為，達到環境永續之意涵。
- (四) 從純水及感溫粉的發芽率不同，可看出感溫粉不容易讓綠豆發芽，因為感溫粉應具微毒性，未來在生活應用部分，希望可以達到重複使用，才不會因此污染環境，而如果能夠更進一步，化危機為轉機，讓原本對環境不友善的化學材料得到重生，更是我們研究團隊希望達到的目標。
- (五) 研究中看到去年學長姊的水黏土實驗認為可與感溫粉結合；於是製成不同變溫及顏色的感溫粉鼻涕蟲備用。
- (六) 可以發現感溫粉鼻涕蟲在 20~60 秒內完全變色適用於奶瓶及茶杯感溫變色用途。
- (七) 可用於舊筆電及桌上型電腦但不適用於新筆電或 iPad；機車引擎亦可使用方便觀察是否過於高溫。
- (八) 由於在加熱之後都有變色的情形，所以可做為綠建材，31°C 會變色的壁磚可以做為是否開冷氣的參考，由於紅外線溫度計以及一般的氣溫計的感測極限溫度皆為 50 度，所以最多只能做到 30 秒的變色情形亦可製成隨身攜帶的鑰匙圈或是環保感溫壁磚。

二、 實驗心得

- (一) 研究團隊在研究過程中發現科學實驗實在是一個永不止息的過程，每一次的嘗試都能有不同的效果，在一次又一次的研究過程中，我們學會了**嚴謹的科學實驗精神及永不放棄的科學態度，即使遇到失敗也能繼續進行研究。**
- (二) 我們希望科展研究的目的最好能永續使用，達到環保節能效果，但作為身為一個小學生，能力有限，如果**配合六下自然與生活科技課程第三單元~永續家園之最佳實際環境保護行為，達到環境永續之意涵**，會讓我們覺得更有意義。
- (三) 在研究過程中看到學長姊的實驗，覺得如果我們可以結合以前的實驗結果，讓研究如同科學家所說的**在別人肩膀上看世界**，而結合生活中常見的水黏土更是讓我們研究起來更有動機。
- (四) 而感溫粉鼻涕蟲**無限組合的可能性**，由於軟硬度可以隨心所欲地調整，變色也可以由自己決定，這些都具備長遠研究的特質，未來應可繼續發展這種有趣的化學，我們還想要製作色標或是繼續調製不同比例，讓它**實際應用於生活上。**

三、 實驗建議

- (一) 由於我們在感溫壁磚實驗中，使用為 31℃ 的感溫粉，依然與一般人所認知的 27℃、28℃ 的使用冷氣基準溫度不相同，所以，在未來如果購買到此溫度的感變色粉，則可更具實用性。
- (二) 由於在感溫壁磚實驗進行時，已是春季的梅雨季，因此我們以吹風機模擬陽光進行實驗，可能導致實驗有些許的誤差，如果未來能繼續研究，亦可作為本實驗之修正。
- (三) 由於感溫粉鼻涕蟲可以在不同的感溫範圍及軟硬度之間做出不同的變化，所以建議未來亦可繼續進行不同生活應用品之開發。

柒、參考資料及其他

1. 筆科技，<http://chinese.engadget.com/2007/12/01/pilot-frixion/>，網站查詢日期：102.5.3
2. 感溫色粉，取自 <http://www.mayfar.com.hk/mfitem04-tempchange.htm>，查詢日期：102.4.30
3. 國家科學研究院科技大觀園，網站查詢日期：102.8.21，取自 <http://www.nsc.gov.tw/scitechvista/zh-tw/Audio/C/0/10/1/544.htm>
4. 中華民國第 53 屆科學展覽會，化學科，永順國小，水黏土的多元變化。
5. 鼻涕蟲與彈力球，索菲亞美術教室，查詢日期：103.1.1，取自 <http://blog.xuite.net/hn85294975/sophiaart/37158171-%E9%BC%BB%E6%B6%95%E8%9F>

【評語】 080208

能利用溫控變色材料與鼻涕蟲結合，製備出溫控變色鼻涕蟲，相當好。但對溫控變色材料的變色原理並不十分了解，另製出的溫控變色鼻涕蟲的應用仍有些缺點待改進。