

桃園市第 63 屆中小學科學展覽會  
初賽作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)

組 別：國小

作品名稱：黑白通吃筆

關 鍵 詞：粉筆、蠟筆、白板筆

編 號：

# 黑白通吃筆

## 摘要

現在教室有的使用黑板，有的使用白板，也有些教室是一片白板一片黑板，為了使用更便利，我們想找出最適合黑板及白板使用的「黑白通吃筆」。粉筆的主要成分是碳酸鈣和硫酸鈣，粉蠟筆、油性蠟筆、水性蠟筆的主要成分都是蠟，而蠟藝白板筆的主要成分是碳酸鈣和蠟，粉筆和蠟藝白板筆相同成分是碳酸鈣。我們試著調和粉筆與蠟的比例來製作能在白板及黑板上好書寫及板擦好擦拭的「黑白通吃筆」，結果發現：我們的「黑白通吃筆」可以一般粉筆5g加水性蠟筆20g隔水加熱製得。若可以將我們製得的「黑白通吃筆」讓各班老師適用，再做使用者滿意度調查，這研究就更完整了。



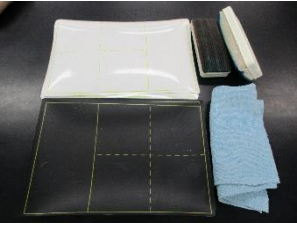

## 壹、研究動機

有的教室使用黑板有的使用白板，也有些教室是一片白板一片黑板，在黑板用粉筆書寫，在白板用棉心式白板筆書寫，是我們大部分人的認知，但宜蘭的蠟藝博物館出了一款像粉筆型態的白板筆，於是我們就想，如果有一種筆同時可以在黑板及白板上使用，就可以讓老師上課時更便利，於是我們研究粉筆與蠟藝博物館的白板筆的相同、相異處，試著找出最適合黑板及白板使用的「黑白通吃筆」。

## 貳、研究目的

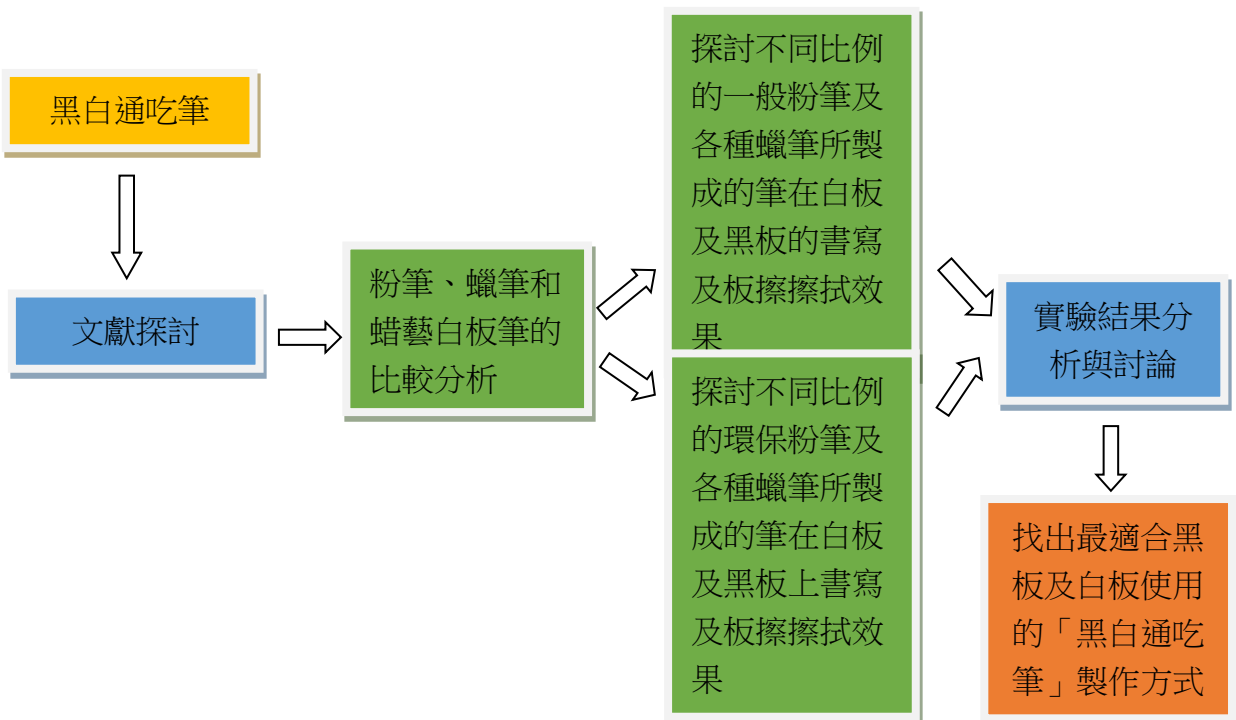
- 一、粉筆、蠟筆和蠟藝白板筆的分析比較。
- 二、探討不同比例的一般粉筆及各種蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果。
  - 實驗一：探討一般粉筆及粉蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果。
  - 實驗二：探討一般粉筆及油性蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果。
  - 實驗三：探討一般粉筆及水性蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果。
  - 實驗四：探討環保粉筆及粉蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果。
  - 實驗五：探討環保粉筆及油性蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果。
  - 實驗六：探討環保粉筆及水性蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果。
- 三、找出最適合黑板及白板使用的「黑白通吃筆」製作方式。

### 參、研究設備及器材

實驗材料	實驗器材		
			
粉筆、粉蠟筆、水性蠟筆、油性蠟筆	夾鏈袋、量秤紙、電子秤、標籤紙、美工刀	黑板、白板、板擦、抹布	卡式爐、鋼杯、平底鍋、模具、量杯

### 肆、研究過程或方法

#### 一、研究架構



## 二、文獻探討

### (一) 科展相關研究

歷年科展關於粉筆的研究，簡單摘要如下表：

第幾屆	組別	題目	研究內容	研究發現
48屆	國小組生活與應用科學科	我把蛋殼變粉筆了！	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.以白色雞蛋蛋殼為主原料，不添加其他物品(水除外)，是否可做成粉筆。</li> <li>2.承上，若做出的成品效果不佳，添加其他物品，找出效果最好的一組，加以改良。</li> <li>3.探討蛋殼裡的蛋膜是否會影響成品。</li> <li>4.以不同材質的蛋殼試做粉筆，如鴨蛋、土雞雞蛋……，討論跟白色雞蛋蛋殼做出的粉筆之間的差異性。</li> <li>5.利用不同種類色料製作有色的蛋殼粉筆。</li> <li>6.討論其經濟效益，探討推廣蛋殼粉筆的可能性。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.蛋殼粉筆的顆粒雖然較粗，感覺不如市售粉筆滑順，但寫在黑板上的字體還算清晰可辨。</li> <li>2.蛋殼可至學校廚房回收，而粉筆也可到各班級回收使用，以達資源回收效果。</li> <li>3.蛋殼粉筆的製作流程簡單(不需要太高深的技術)、成本低廉、原料取得容易等優點，故很適合在校園裡推廣。</li> <li>4.蛋殼粉筆寫在黑板的滑順度，比起市售粉筆還是差了一點，我們覺得如果能夠在研磨方法及製作技術上加以改良，提升蛋殼粉末的細緻度及附著度，將能夠大大改善前述蛋殼粉筆的缺點，也是未來值得繼續努力的方向。</li> </ol>
51屆	國中組物理科	軟硬兼「溼」	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.在研究一中探討利用浸泡不同溶質的水溶液來測量粉筆的硬度。</li> <li>2.在研究二中探討利用浸泡不同種類的溶液來測量粉筆的硬度。</li> <li>3.在研究三中探討利用浸泡不同種類的油來測量其粉筆的硬度。</li> <li>4.在研究四中探討把浸泡各種溶液的粉筆分別在黑板上書寫觀察其書寫及擦拭的難易程度。</li> <li>5.在研究五中探討並利用</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.沙拉油、椰子油、香油、葡萄籽油皆會使粉筆變硬，但橄欖油卻會因為時間越長而越軟。</li> <li>2.當粉筆放在鹽水、糖水、氫氧化鈉水溶液及小蘇打水中，浸泡的時間越久，粉筆的硬度也相對減少。</li> <li>3.粉筆浸泡在甘油中，時間越長，粉筆越硬。</li> <li>4.一般的粉筆書寫起來掉落的粉塵較多，而浸泡在洗潔劑及酒精中的粉筆粉塵掉落數明顯減少許多。</li> <li>5.浸泡鹽水及水的粉筆變軟的速度較浸泡其餘之水溶液明顯許多。</li> <li>6.浸泡在酒精中的粉筆書寫起來較好寫</li> </ol>

			<p>電子磅秤來測量不同條件粉筆的消耗程度。</p> <p>6.利用上述結果進行相關的實際應用。</p>	<p>且掉落塵重量較少，但擦拭程度較清潔劑與鹽水難擦拭。</p> <p>7.浸泡在鹽水及清潔劑中，書寫起來既好寫又易擦拭。但浸泡鹽水的粉筆風乾幾天後會出現剝離的現象，而經由清潔劑所浸泡過的粉筆消耗量較一般粉筆少且無剝離現象，故清潔劑是添加在粉筆中，使其粉塵較少且好寫的合適選擇。</p>
51 屆	國小組 物理科	粉筆斷 折研究	<p>1.了解生活中常見粉筆掉落的高度。</p> <p>2.了解造成粉筆頭數量與長度大約值。</p> <p>3.不同變因造成粉筆斷折數量的關係。</p>	<p>各班放置粉筆的地方的高度都不太一樣，老師用粉筆書寫時或同學丟擲粉筆的高度是一個不定數，無法測量。斷折數由1到4，粉筆掉落的高度越高斷折數越多，掉落的高度越低斷折數越少或不斷折。</p> <p>黃色、綠色、藍色、紅色及橙色等顏色掉落粉筆斷折數是相同。白色粉筆較有顏色粉筆較不易斷折。</p> <p>不同長度掉落產生斷折數量多，粉筆越長越容易斷折。</p> <p>粉筆伸出粉筆夾口的長度越長就比較容易斷折。</p> <p>不同質地的表面掉落產生斷折數量多寡依序為水泥地、木頭、跑道（pp）、（沙子、塑膠地墊、草地、書）。</p>
嘉義縣 第 52 屆	國小組 生活與 應用科 學科	粉筆大 復活	<p>1.研磨粉筆成粉末，並加水調和成泥狀，經烤箱烘烤後，是否能凝固成硬塊？</p> <p>2.此粉筆硬塊能否用來黑板作書寫用？字體清晰否？</p>	<p>1.粉筆研磨成粉末，並加水調和成泥狀，經烤箱烘烤後，確實能凝固成硬塊。</p> <p>2.此粉筆硬塊能用來黑板書寫，但字體不清晰，筆畫易中斷，墨色不如新粉筆那麼白，且一經施力極易碎裂。</p>
59 屆	國小組 生活與 應用科 學(二) 科	窮人的 水擦黑 板	<p>傳統黑板一直以來都是教學場合的重要教具，但在使用時會產生大量的粉塵也是令人為之詬病的缺點，而目前市面上仍然沒有一個便利、實用的解決方案，因此我們想針對減少使用傳統黑板時，所產</p>	<p>傳統粉筆在書寫時會產生大量的落塵，使得環境中的PM2.5濃度上升3.5倍，利用濕抹布擦拭可以使落塵大量減少，但濕抹布的擦拭會需要五分鐘以上的時間等待乾燥，若我們以刮刀加以輔助可以讓等待乾燥的時間減少至3分鐘，而在實務上濕抹布加刮刀擦拭黑板的方式，在擦拭後只需要20 秒</p>

		<p>生的粉塵進行研究，分析黑板使用時的粉塵量、實驗可以減少水擦黑板等待乾燥時間的方法，以及模擬在教學時，使用水擦的方式清潔黑板的效果，並且提出有效的水擦方法能實際應用在各式的黑板上，開發出窮人也能使用的水擦黑板。</p>	<p>字跡的清晰度就會開始上升，如果以句子進行書寫相較於不使用刮刀的組別字跡清晰1.5倍，甚至比一般板擦的字跡清楚20%，因此我們確認使用濕抹布加刮刀的方式清潔黑板，不儘可以減少落塵，還可以在上課中使用，甚至比一般板擦的還要清晰，而我們所開發的水擦板擦能夠讓擦拭黑板時飄落的粉筆灰減少90%，相較傳統板擦還能提供更乾淨10%的使用感受，重點是，只需要一般的傳統黑板加上第四代的水擦板擦，人人都可以使用減灰、便利的水擦板，這就是我們要創造的窮人的水擦黑板！</p>
--	--	---	---

歷年科展關於白板筆的研究，簡單摘要如下表：

第幾屆	組別	題目	研究內容	研究發現
52 屆	國小組 生活與 應用科 學科	染出新 發現— 天然無 毒白板 筆	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.用藍染和一般的白板筆的明顯度比較。</li> <li>2.利用「蒸餾法」看能否使效果更佳。</li> <li>3.利用不同濃度的藍染比較效果。</li> <li>4.製做白板筆。</li> <li>5.調製出最好的墨水。</li> </ol>	<p>混合藥用酒精的自製墨水明顯度比藍染和混合食用酒精的效果好。藍染和混合食用酒精的效果不佳的最大原因應該就是「水份太多」。</p> <p>蒸餾過的藍染、混合蒸餾過的米酒和混合藥用酒精的明顯度都比沒蒸餾過的好，但跟一般的白板筆比起來還是有些差異，失敗的原因可能還是「水份太多」。</p> <p>用濃縮20倍藍染、濃縮20倍藍染混合米酒的比較，明顯度都已近似真正的白板筆，但以「蒸餾20倍的藍染」取勝。濃縮30倍的藍染混合藥用酒精的自製墨水比另外兩個明顯，氣味也比較好聞，較為成功；但只用濃縮30倍的藍染和濃縮20倍的藍染，濃縮20倍的藍染比較成功、清楚。</p> <p>加入檸檬皮的汁液比較成功，水分不多，而且擦拭後不會留下痕跡，寫出來的字偏綠色且很清楚。</p> <p>3：1的自製墨水明顯度雖然好，但太濃稠筆管吸不起來，而2.5：1和2：1的自製墨水明顯度都不錯。</p>

屏東縣 第 60 屆	國小組 生活與 應用科學	『白 白』不 留痕一 探討白 板紙書 寫痕跡 的清潔 效果	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.比較10種清潔溶劑(檸檬酸加水、洗碗精加水、肥皂水、醋加水、酒精、漂白水、雙氧水、去光水、綠油精、白板清潔液)針對在白板紙上，放置較久的一般型白板筆痕跡之擦拭效果。</li> <li>2.比較10種清潔溶劑(檸檬酸加水、洗碗精加水、肥皂水、醋加水、酒精、漂白水、雙氧水、去光水、綠油精、白板清潔液)針對在白板紙上，放置較久的環保型白板筆痕跡之擦拭效果。</li> <li>3.比較10種清潔溶劑(檸檬酸加水、洗碗精加水、肥皂水、醋加水、酒精、漂白水、雙氧水、去光水、綠油精、白板清潔液)針對不小心拿錯，而寫在白板上之奇異筆痕跡之擦拭效果。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.清除一般型白板筆痕跡，綠油精的效果最好，白板清潔液的效果次之，酒精第三，去光水第四。</li> <li>2.清除環保型白板筆痕跡，白板清潔液效果最好，綠油精次之，洗碗精第三，酒精第四。</li> <li>3.清除奇異筆痕跡，綠油精效果最好，白板清潔液次之，酒精第三，檸檬酸第四。</li> <li>4.針對三種筆痕跡的清潔效果最好的是:綠油精，若只針對白板筆痕跡的清潔效果最好的，則是綠油精與白板清潔液。</li> <li>5.針對三種筆痕跡的清潔效果最差的是:肥皂水，若只針對白板筆痕跡的清潔效果最差的也是肥皂水。</li> <li>6.若分析各項清潔液的成分而言:清潔效果最好的綠油精內含薄荷油及樟腦油，對皮膚無害，但價格較高，有些人家中會準備。第二名的白板清潔液含界面活性劑、水、抗靜電劑，日常生活中不常用到須購買。第三名的75%酒精內為乙醇，在日常生活中容易取得。第四名是洗碗精，內含界面活性劑、氫氧化鈉、乙醇等在日常生活中也容易取得。</li> </ol>
60 屆	國中組 物理科	沙墨乾 渴、水 山爆發 -白板 筆之創 新設計	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.探討棉心式與直液式白板筆的墨水使用問題。</li> <li>2.探討直液式白板筆漏水因素與壓力平衡問題。</li> </ol>	<p>本創新直液式白板筆是類似鋼筆方式儲水，其物理原理與舊型棉心式完全不同，它是以外內壓自然平衡來導引墨水，在相關的實驗驗證下，其可改善舊式白板筆的缺點。但新式白板筆仍會受環境溫度與壓力變化而有漏水狀況。本組以自製測試設備輔助下，模擬了溫度對應壓力的變化、墨管內空氣與墨水膨脹率不同產生漏墨與高山大氣壓力降低導致墨水溢出的實驗。根據實驗結果本組進一步設計以針筒活塞來調整壓力的新式白板筆，完全解決了漏墨的缺點，且此環保可重複填充墨水使用的設計也為地球盡了一份力量。</p>

由上述科展資料，關於粉筆這個主題，有探討過粉筆硬度、斷折相關研究、使用時的粉塵量、粉筆的消耗程度、利用各種成分、顏料製作粉筆…等，以及粉筆在黑板上書寫及擦拭的難易程度。關於白板筆這個主題，有研究過棉心墨水功效及漏水、壓力平衡問題，以及白板筆痕跡之擦拭效果。綜合上述文獻資料，我們發現，不管是粉筆或白板筆都會研究書寫及擦拭的狀況，因為這是使用者最關心的一個問題，所以我們的這次「黑白通吃筆」的研究也以在黑板及白板上書寫及板擦擦拭的效果為研究目的。

### 三、研究過程

#### 【研究一】粉筆、蠟筆和蜡藝白板筆的分析比較

我們查了文獻資料，試著比較粉筆、蠟筆和蜡藝白板筆的相同相異處，現在粉筆分為一般粉筆及環保粉筆(無塵粉筆)，蠟筆也因顏料和蠟的混合比例不同分為粉蠟筆和油性蠟筆，水性蠟筆和蜡藝白板筆更便利了小孩和老師的使用，相關內容如下表。

名稱	一般粉筆	環保粉筆	粉蠟筆	油性蠟筆	水性蠟筆	蜡藝白板筆
成分	石膏(硫酸鈣)，有的會添加滑石粉	石灰(碳酸鈣)和石膏(硫酸鈣)	顏料、蠟、油 (蠟筆與粉蠟筆，其不同是在顏料和蠟的混合比例不同。)		蠟、無毒水溶性色劑、瓷粉	色料、碳酸鈣、特殊水性蠟(石蠟，色膏，滑石粉)
特性	使用粉筆時，由於磨擦筆尖引致筆上的顆粒受力脫落，它們多數會吸附在用以書寫的表面。因此使用粉筆後通常引致大量粉末散落地面。使用水可以有效地消除絕大部分的粉筆顆粒。	書寫手感比傳統的粉筆更加細膩、容易、不費力氣，捏在手上的感覺像蠟筆一樣。顏色更加鮮明，耐用、不折斷。書寫與擦拭時都不產生任何粉塵。需使用溼潤板擦擦拭。	材質較軟，顏色較濃也較亮，可以疊色與混色，變化豐富，而且可與松節油混合彩繪，所以重塗後會產生如油畫般的效果。粉蠟筆跟粉筆很像，他可以用在加強水彩畫上也可以直接使用，在做亮暗度也很好拿捏但容易掉色。	質地較硬，色彩比較不好疊色，筆觸跟粉彩筆比，顏色較鮮豔，可以畫出較細的線條。畫作完之後不易掉色，但要小心不要刮到或碰到。	質地堅硬、擁有不易斷裂的特性，在孩童初學繪畫時，可讓孩童學習掌握筆觸，學習上色及塗鴉的基本技巧。特別加入可溶於水的配方，可塗在紙上使用水彩筆宣染。	不含有機溶劑、無毒不刺鼻，水性蠟筆型態、久放不乾。避免市售白板筆的刺鼻味及擦拭時粉塵問題，可輕易在各式光滑材質上書寫、塗畫。建議使用奈米布擦拭，吸附效果最佳且不殘留棉絮。



由上表我們發現，粉筆的主要成分是碳酸鈣和硫酸鈣，粉蠟筆、油性蠟筆、水性蠟筆的主要成分都是蠟，只是蠟的種類及比例不同，而蜡藝白板筆的主要成分是碳酸鈣和蠟，於是我們試著調和粉筆與蠟的比例來製作像具有蜡藝白板筆特質和粉筆特質的筆，看看是否能做出能在白板及黑板上好書寫及好擦拭的「黑白通吃筆」。因為粉筆製作過程是將熟石膏加水攪拌成糊狀，灌入模型凝固而成，所以我們製作「黑白通吃筆」也分成有加水和沒加水兩種製成模式。

### 【研究二】探討不同比例的一般粉筆及各種蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果







#### (一)實驗步驟：

- 1.一般粉筆、粉蠟筆與水的重量比例調配。
- 2.將調配好的材料隔水加熱至融化完成。
- 3.將熔化的材料倒入模具中等冷卻後脫模，成品及混合比例如下面各實驗表格。
- 4.進行書寫及板擦擦拭並紀錄結果。
- 5.討論、分析、確認書寫及板擦擦拭效果三次並給分。



#### 實驗一：探討一般粉筆及粉蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果

編號	混合比例(gw) 一般粉筆：粉蠟筆：水	成果	編號	混合比例(gw) 一般粉筆：粉蠟筆：水	成果
1-1	1 : 20 : 0		1-6	1 : 20 : 20	
1-2	2 : 20 : 0		1-7	2 : 20 : 20	

1-3	5 : 20 : 0		1-8	5 : 20 : 20	
1-4	10 : 20 : 0	 煮了兩次蠟 都無法融化	1-9	10 : 20 : 20	
1-5	20 : 20 : 0	 煮了兩次蠟 都無法融化	1-10	20 : 20 : 20	

**實驗二：探討一般粉筆及油性蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果**







編號	混合比例(gw) 一般粉筆：油性蠟筆：水	成果	編號	混合比例(gw) 一般粉筆：油性蠟筆：水	成果
2-1	1 : 20 : 0		2-6	1 : 20 : 20	
2-2	2 : 20 : 0		2-7	2 : 20 : 20	
2-3	5 : 20 : 0		2-8	5 : 20 : 20	
2-4	10 : 20 : 0		2-9	10 : 20 : 20	
2-5	20 : 20 : 0		2-10	20 : 20 : 20	

實驗三：探討一般粉筆及水性蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果

編號	混合比例(gw) 一般粉筆：水性蠟筆：水	成果	編號	混合比例(gw) 一般粉筆：水性蠟筆：水	成果
3-1	1 : 20 : 0		3-6	1 : 20 : 20	
3-2	2 : 20 : 0		3-7	2 : 20 : 20	
3-3	5 : 20 : 0		3-8	5 : 20 : 20	
3-4	10 : 20 : 0		3-9	10 : 20 : 20	
3-5	20 : 20 : 0		3-10	20 : 20 : 20	

實驗四：探討環保粉筆及粉蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果

編號	混合比例(gw) 環保粉筆：粉蠟筆：水	成果	編號	混合比例(gw) 環保粉筆：粉蠟筆：水	成果
4-1	1 : 20 : 0		4-6	1 : 20 : 20	
4-2	2 : 20 : 0		4-7	2 : 20 : 20	

4-3	5 : 20 : 0		4-8	5 : 20 : 20	
4-4	10 : 20 : 0		4-9	10 : 20 : 20	
4-5	20 : 20 : 0		4-10	20 : 20 : 20	

**實驗五：探討環保粉筆及油性蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果**

編號	混合比例(gw) 環保粉筆：油性蠟筆：水	成果	編號	混合比例(gw) 環保粉筆：油性蠟筆：水	成果
5-1	1 : 20 : 0		5-6	1 : 20 : 20	
5-2	2 : 20 : 0		5-7	2 : 20 : 20	
5-3	5 : 20 : 0		5-8	5 : 20 : 20	
5-4	10 : 20 : 0		5-9	10 : 20 : 20	
5-5	20 : 20 : 0		5-10	20 : 20 : 20	



**實驗六：探討環保粉筆及水性蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果**

編號	混合比例(gw) 環保粉筆：水性蠟筆：水	成果	編號	混合比例(gw) 環保粉筆：水性蠟筆：水	成果
6-1	1 : 20 : 0		6-6	1 : 20 : 20	
6-2	2 : 20 : 0		6-7	2 : 20 : 20	
6-3	5 : 20 : 0		6-8	5 : 20 : 20	
6-4	10 : 20 : 0		6-9	10 : 20 : 20	
6-5	20 : 20 : 0		6-10	20 : 20 : 20	

**【研究三】找出最適合黑板及白板使用的「黑白通吃筆」製作方式**

依據研究二的實驗結果，找出最適合白板及黑板使用的「黑白通吃筆」製作方式。

## 伍、研究結果及討論

**【研究一】粉筆、蠟筆和蜡藝白板筆的分析比較**

一、研究結果：

使用一般粉筆時，由於磨擦筆尖引致筆上的顆粒受力脫落，它們多數會吸附在用以書寫的表面。因此使用粉筆後通常引致大量粉末散落地面。使用水可以有效地消除絕大部分的粉筆顆粒。環保粉筆書寫手感比傳統的粉筆更加細膩、不費力氣，顏色更加鮮明，耐用、不折斷。書寫與擦拭時都不產生任何粉塵。需使用溼潤板擦擦拭。粉蠟筆材質較軟，顏色較濃也較亮，可以疊色與混色，變化豐富，重塗後會產生如油畫般的效果。粉蠟筆跟粉筆很像，
















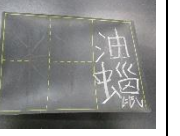
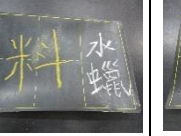
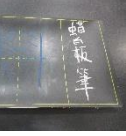
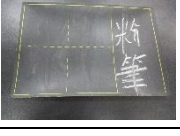


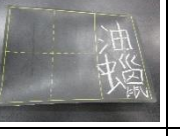
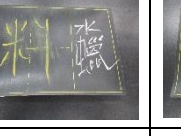
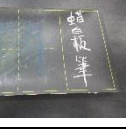
他可以用在加強水彩畫上也可以直接使用，在做亮暗度也很好拿捏但容易掉色。油性蠟筆質地較硬，色彩比較不好疊色，筆觸跟粉彩筆比，顏色較鮮豔，可以畫出較細的線條。水性蠟筆質地堅硬、擁有不易斷裂的特性，特別加入可溶於水的配方，可塗在紙上用水彩筆宣染。蜡藝白板筆不含有機溶劑、無毒不刺鼻，水性蠟筆型態、久放不乾。避免市售白板筆的刺鼻味及擦拭時粉塵問題，可輕易在各式光滑材質上書寫、塗畫，使用濕布擦拭即可去除。

粉筆的主要成分是碳酸鈣和硫酸鈣，粉蠟筆、油性蠟筆、水性蠟筆的主要成分都是蠟，只是蠟的種類及比例不同(含蠟量油性蠟筆最多，粉蠟筆次之，水性蠟筆最少)，而蜡藝白板筆的主要成分是碳酸鈣和蠟。粉筆和蜡藝白板筆相同成分是碳酸鈣，藉由粉筆混合不同比例的蠟（粉蠟筆、油性蠟筆、水性蠟筆），或許能製得在黑白及白板都適合書寫的「黑白通吃筆」。

因我們以筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭的效果為研究目的，所以我們試了一般粉筆、環保粉筆、粉蠟筆、油性蠟筆、水性蠟筆和蜡藝白板筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭的效果，但好不好書寫以及好不好擦拭是很主觀的認定，所以我們將在白板及黑板書寫及板擦擦拭效果分為十個等級，分別給予1-10分，越好書寫或越好擦拭者分數越高，為了大家有一客觀評分標準，我們將給分之質性描述討論整理如下表，希望能更客觀的評論、給分。

級分	書寫效果描述	板擦擦拭效果描述
10	輕輕寫即可，非常好書寫、字跡非常清楚	粉末不會附著，所以只需輕輕擦拭
9	輕輕寫即可，很好書寫、字跡很清楚	很好擦，只需正常力道就擦得很乾淨
8	正常力道，好書寫、字跡清楚	好擦但要用力擦，才會乾淨
7	正常力道，但字跡不是很清楚	不太好擦，要很用力擦才擦得掉
6	要用點力寫，字跡才清楚	不好擦，要用力擦且擦完會留一些痕跡
5	要用力寫才有字跡	很不好擦，要用力擦且會糊掉一片，但濕抹布輕輕擦就擦掉了
4	需用力寫，但字跡還是很淡	難擦，一點都擦不掉，但濕抹布輕輕擦就擦掉了
3	很用力寫，但仍看不清楚	難擦，一點都擦不掉，濕抹布用力擦才擦得掉
2	粉末不太會附著，字跡很不清楚	很難擦，一點都擦不掉，濕抹布用力擦還是會留下痕跡
1	寫時即碎裂，粉末不會附著，無法書寫	非常難擦，一點都擦不掉，濕抹布很用力也擦不掉

## 二、結果討論

名稱	一般粉筆	環保粉筆	粉蠟筆	油性蠟筆	水性蠟筆	蜡藝白板筆
白板書寫效果	粉末不太會附著，字跡很不清楚 	輕輕寫即可，非常好書寫、字跡非常清楚 	輕輕寫即可，很好書寫、字跡很清楚 	需用力寫，但字跡還是很淡 	輕輕寫即可，非常好書寫、字跡非常清楚 	正常力道，好書寫、字跡清楚 
白板書寫效果給分	2	10	9	4	10	8
白板板擦擦拭效果	粉末不會附著，所以只需輕輕擦拭 	難擦，一點都擦不掉，濕抹布用力擦才擦得掉 	不好擦，要用力擦且擦完會留一些痕跡 	很難擦，一點都擦不掉，濕抹布用力擦還是會留下痕跡 	難擦，一點都擦不掉，但濕抹布輕輕擦就擦掉了 	難擦，一點都擦不掉，但濕抹布輕輕擦就擦掉了 
白板板擦擦拭效果給分	10	3	6	2	4	4
黑板書寫效果	輕輕寫即可，非常好書寫、字跡非常清楚 	輕輕寫即可，非常好書寫、字跡非常清楚 	輕輕寫即可，很好書寫、字跡很清楚 	粉末不太會附著，字跡很不清楚 	輕輕寫即可，非常好書寫、字跡非常清楚 	正常力道，好書寫、字跡清楚 
黑板書寫效果給分	10	10	9	2	10	8
黑板板擦擦拭效果	很好擦，只需正常力道就擦得很乾淨 	難擦，一點都擦不掉，但濕抹布輕輕擦就擦掉了 	很不好擦，要用力擦且會糊掉一片，但濕抹布輕輕擦就擦掉了 	很難擦，一點都擦不掉，濕抹布用力擦還是會留下痕跡 	難擦，一點都擦不掉，但濕抹布輕輕擦就擦掉了 	很難擦，一點都擦不掉，濕抹布用力擦還是會留下痕跡 
黑板板擦擦拭效果給分	9	4	5	2	4	2

我們書寫、擦拭、討論後給予書寫及板擦擦拭效果給分，根據給分結果，白板書寫效果環保粉筆和水性蠟筆效果最好，粉蠟筆和蜡藝白板筆效果也不錯，但油性蠟筆和粉筆效果不太好；白板板擦擦拭效果因粉筆成分不易附著，所以最好擦拭，再來依序是粉蠟筆、水性蠟筆、蜡藝白板筆、環保粉筆、油性蠟筆。黑板書寫效果以一般粉筆、環保粉筆和水性蠟筆效果最好，粉蠟筆、蜡藝白板筆也不錯寫，但油性蠟筆效果很差；黑板板擦擦拭效果粉筆最好，再來依序是粉蠟筆、水性蠟筆和環保粉筆，油性蠟筆和蜡藝白板筆非常難擦拭。

我們發現，白板以環保粉筆和水性蠟筆書寫效果最好，都可獲得我們的10分，白板板擦擦拭效果粉蠟筆得分最高，但只有6分，其餘都不太好，得分在2-4分(一般粉筆因粉末不會附著，所以只需輕輕擦拭，但相對它書寫在白板上效果很差)；黑板書寫效果以一般粉筆、環保粉筆和水性蠟筆效果最好，獲得10分，黑板板擦擦拭效果以一般粉筆最好，得分9分，但一般粉筆不適合書寫在白板上。所以我們發現，不管是黑板還是白板，好書寫的筆容易找，但要板擦好擦拭就比較難，故我們設定，本研究如果可以找到在黑板及白板書寫及板擦擦拭至少都有8-9分的筆，就算是成功了。

## 【研究二】探討不同比例的一般粉筆及各種蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果

### 實驗一：探討一般粉筆及粉蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果

#### 一、研究結果

編號	白板寫	得分	白板擦	得分	黑板寫	得分	黑板擦	得分
1-1		4		9		7		6
1-2		4		9		9		3




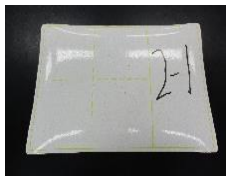
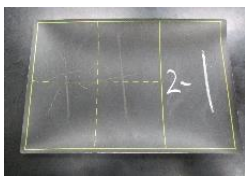
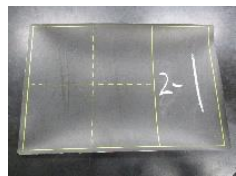
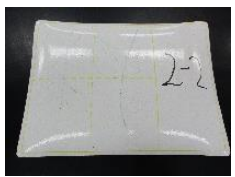




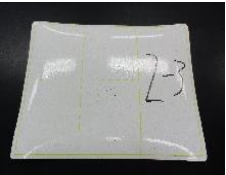
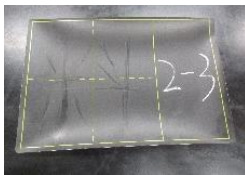
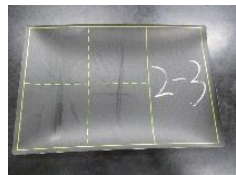


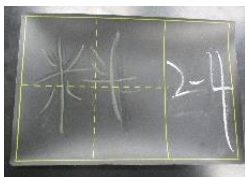
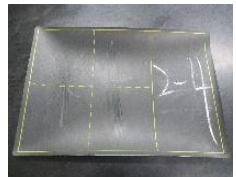

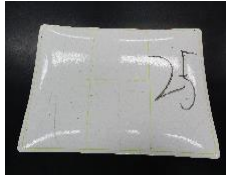
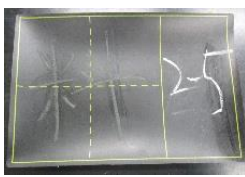
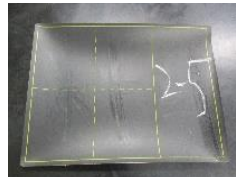

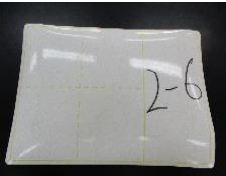
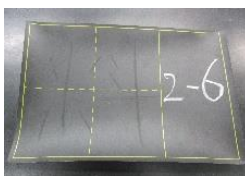
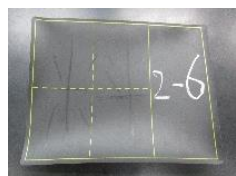
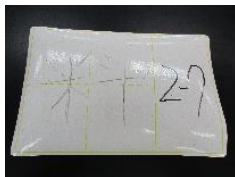

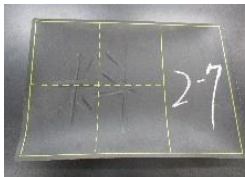
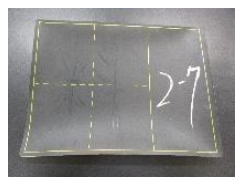
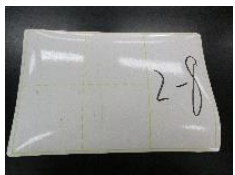


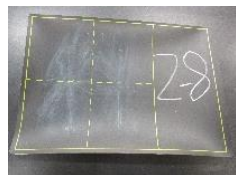
1-3		5		9		10		2
1-4	煮了兩次蠟都無法融化，無法製得成品							
1-5	煮了兩次蠟都無法融化，無法製得成品							
1-6		7		9		8		6
1-7		6		3		8		2
1-8		4		9		8		2
1-9		2		9		2		6
1-10		1		10		1		5




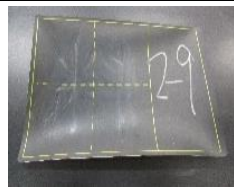
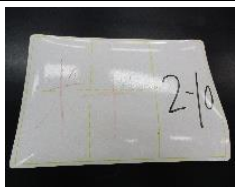

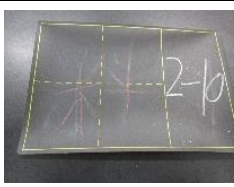
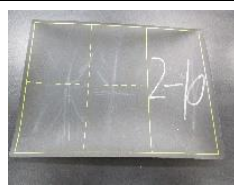
## 二、結果討論

實驗一(除了編號1-4和1-5)在白板上書寫效果得分大多在4-5分，編號1-6、1-7書寫效果較好，但也只有6-7分，編號1-9、1-10書寫效果很差，得分1-2分；白板板擦擦拭效果除了編號1-7不好，其餘效果都很好，分數大多9分。黑板書寫效果編號1-1至1-8都不錯，得分平均在8分，但編號1-9及1-10書寫效果只有1-2分；白板板擦擦拭效果最好的是編號1-1、1-6和1-9，但得分只有6分，編號1-10為5分，其餘分數約2-3分。以編號1-6(混合比例(gw)一般粉筆：粉蠟筆：水=1：20：20)的筆不論在黑板及白板書寫及擦拭上整體效果是最均質、最好的，得分約在7分上下，但離我們的目標還是差一點。

實驗二：探討一般粉筆及油性蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果

一、研究結果

編號	白板寫	得分	白板擦	得分	黑板寫	得分	黑板擦	得分
2-1		5		7		3		3
2-2		4		7		3		2
2-3		5		6		3		2
2-4		4		7		5		2
2-5		4		6		4		2
2-6		6		7		4		1
2-7		5		7		4		1
2-8		1		7		6		5


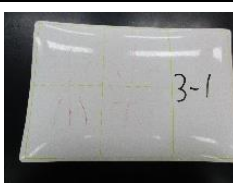
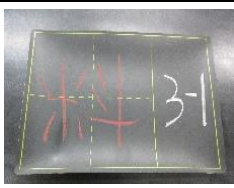
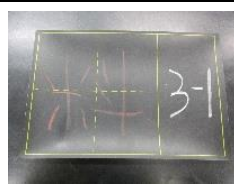



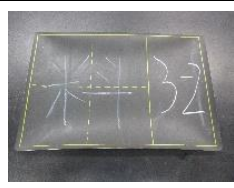

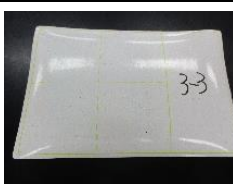
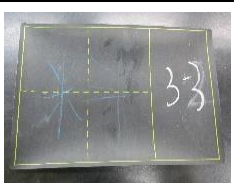
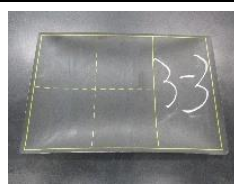
2-9		1		10		2		4
2-10		4		6		5		4

## 二、結果討論

**實驗二**在白板上書寫效果得分大多在4-5分，編號2-6的書寫效果較好，但也只有6分，編號2-8、2-9書寫效果很差得分1分；白板上擦擦拭效果編號2-9最好，其餘分數約6-7分。黑板書寫效果得分大多在3-4分，書寫效果最好的編號2-8得分也只有6分；白板上擦擦拭效果最好的編號2-8至2-10得分只有4-5分，其餘分數約1-2分，我們猜測，因為油性蠟筆含蠟比例較高，所以擦拭時油油的，白板上擦拭還可以，但黑板上板擦就很難擦掉，連用濕抹布也要很用力才擦得掉，**此組實驗離我們的目標非常遠。**

### **實驗三：探討一般粉筆及水性蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果**

#### 一、研究結果

編號	白板寫	得分	白板擦	得分	黑板寫	得分	黑板擦	得分
3-1		10		6		10		2
3-2		8		7		10		2
3-3		8		8		7		7



3-4		6		7		6		6
3-5		9		7		8		4
3-6		9		5		9		2
3-7		8		8		9		8
3-8		9		7		9		6
3-9		8		6		9		2
3-10		9		7		9		2

## 二、結果討論


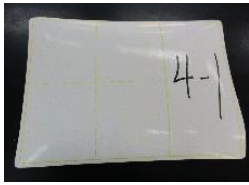
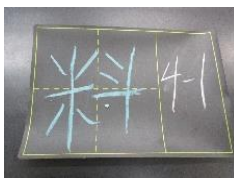
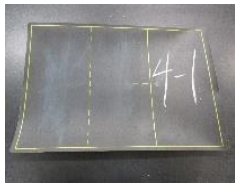





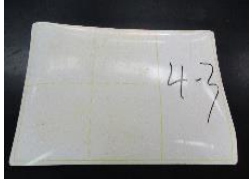


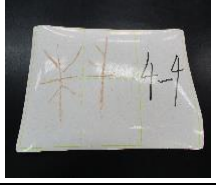
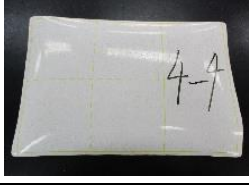
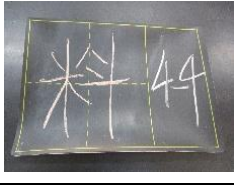


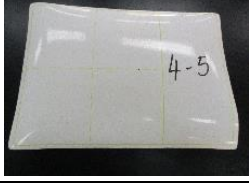

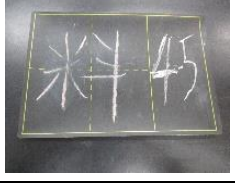

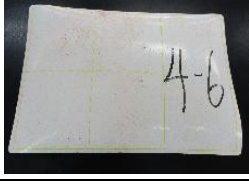
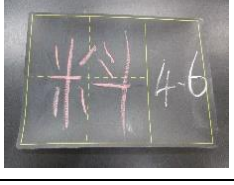
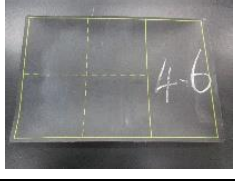

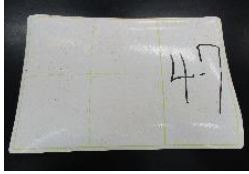

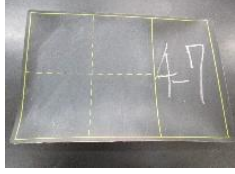
實驗三在白板上書寫效果大多很好，得分大多在8-9分，只有編號3-4書寫效果較不好，得6分；白板上擦擦拭效果除了編號3-1、3-6及3-9較不好，得分5-6分，其餘效果還不錯，有7-8分。黑板書寫效果編號3-3和3-4得分是6-7分，其餘效果都很好，得分平均為9分；白板上擦擦拭效果最好的是編號3-7，得分有8分，編號3-3、3-4和3-8得分為6-7分還算可以，其餘分數約2分，效果就很差。

以編號3-3(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=5：20：0)及3-8(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=5：20：20)的筆不論在黑板及白板上書寫及擦拭上整體效果較均質、較


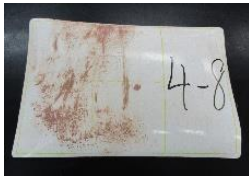

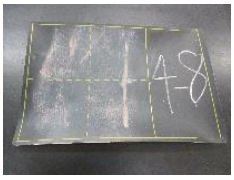

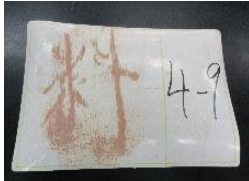





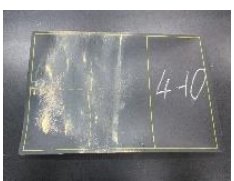
好，得分約在7分上下，但離我們的目標還是差一點。編號3-7(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=2：20：0)的筆不論黑板、白板書寫及板擦擦拭得分都為8-9分，達到我們設定的標準。但編號3-6至3-10的筆因為水分太多，所以放置二個月後開始發霉，真是有一好沒兩好。

**實驗四：探討環保粉筆及粉蠟筆所製成的筆在白板及黑板上書寫及板擦擦拭效果**

一、研究結果

編號	白板寫	得分	白板擦	得分	黑板寫	得分	黑板擦	得分
4-1		8		9		10		6
4-2		8		9		10		5
4-3		9		9		10		5
4-4		8		8		10		5
4-5		7		8		10		4
4-6		8		7		10		6
4-7		8		7		9		6



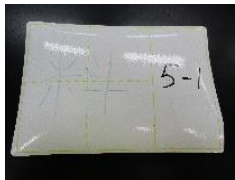
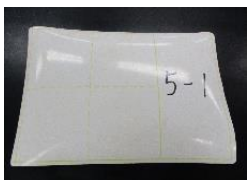
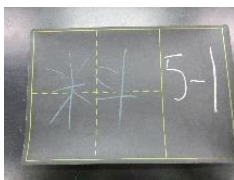
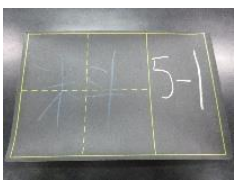
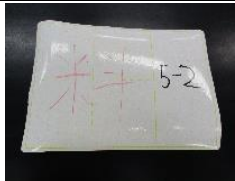

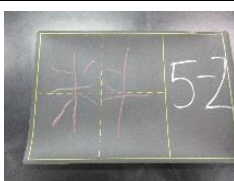


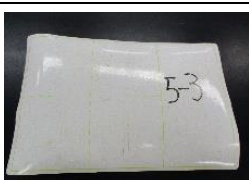
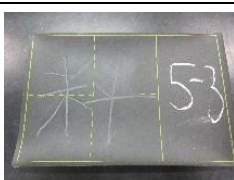
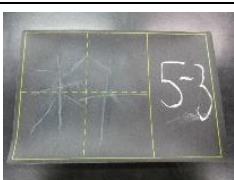
4-8		10		5		9		5
4-9		10		5		10		5
4-10		9		5		10		5

## 二、結果討論

**實驗四**不論在黑板及白板書寫上整體效果都是好的，得分大多在8-10分，白板書寫得分較差的編號4-5也有7分；白板上擦拭編號4-1至4-5效果也很好，得分為8-9分，其餘為5-6分，但黑板擦拭效果就略不好，得分約在5-6分。**編號4-1至4-4的實驗**，黑板擦拭效果如果不會留痕跡，就很接近我們的「黑白通吃筆」，真是太可惜了。

### 實驗五：探討環保粉筆及油性蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果

#### 一、研究結果

編號	白板寫	得分	白板擦	得分	黑板寫	得分	黑板擦	得分
5-1		5		9		5		1
5-2		6		9		5		1
5-3		6		8		5		3

5-4		5		8		3		3
5-5		6		8		6		2
5-6		5		4		5		3
5-7		6		3		6		1
5-8		2		6		4		2
5-9		4		2		3		2
5-10		4		2		6		2



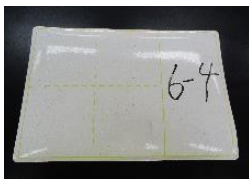
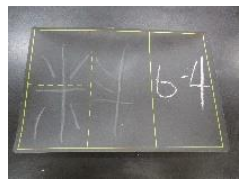

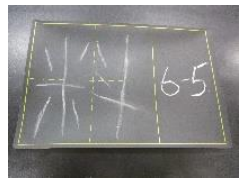
## 二、結果討論

**實驗五**不論在黑板及白板書寫上整體效果都普通，最高得分只落在5-6分，白板上擦拭編號5-1至5-5效果很好，得分為8-9分，其餘就得分較低，且黑板擦拭效果很不好，得分大多在1-3分，**此組實驗離我們目標太遠了。**




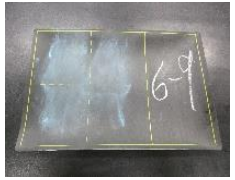


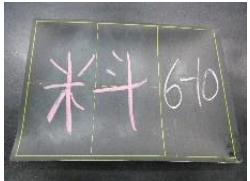



實驗六：探討環保粉筆及水性蠟筆所製成的筆在白板上書寫及板擦擦拭效果

一、研究結果

編號	白板寫	得分	白板擦	得分	黑板寫	得分	黑板擦	得分
6-1		8		9		9		2
6-2		8		8		9		3
6-3		10		8		9		3
6-4		10		7		8		2
6-5		10		6		8		2
6-6		8		6		8		3
6-7		9		5		8		5
6-8		9		5		8		5



6-9		9		5		9		5
6-10		9		5		9		5

## 二、結果討論

**實驗六**不論在黑板及白板書寫上整體效果都是好的，得分大多在8-10分，白板上擦擦拭編號6-1至6-3效果也很好，得分為8-9分，編號6-4至6-6白板上擦擦拭效果還可以，得分為6-7分，編號6-7至6-10板上擦要用力擦還擦不乾淨，會留下痕跡，但濕抹布輕輕擦就擦掉了；編號6-1至6-6黑板上擦擦拭效果很不好，得分2-3分，很難擦，一點都擦不掉，濕抹布用力擦才擦得掉，有的還會留下痕跡。編號6-7至6-10不論白板或黑板上擦擦拭效果就都會糊掉一片，但濕抹布輕輕擦就擦掉了。所以**實驗六**的結果也和我們的「黑白通吃筆」相去甚遠，但編號6-7至6-10的筆如果將板擦改成使用濕抹布，就是我們的「黑白通吃筆」。

### 【研究三】找出最適合黑板及白板使用的「黑白通吃筆」製作方式

由研究二的六個實驗結果(白板及黑板書寫及板擦擦拭效果得分)，我們發現能否製得「黑白通吃筆」的關鍵在書寫在黑板上板擦擦拭效果好不好，因為我們製得的很多筆在黑板、白板上書寫都很清楚，但板擦擦拭效果得分都不太好。例如，實驗四的編號4-1至4-4的筆黑板上擦擦拭效果如果不會留痕跡，就很接近我們的「黑白通吃筆」；實驗六的編號6-7至6-10的筆板擦擦拭效果都是用力擦還擦不乾淨，會留下痕跡，但濕抹布輕輕擦就擦掉了，所以如果將板擦改成使用濕抹布，編號6-7至6-10的筆就是我們的「黑白通吃筆」。

實驗一以編號1-6(混合比例(gw)一般粉筆：粉蠟筆：水=1：20：20)的筆不論在黑板及白板上書寫及擦拭上整體效果是最均質、最好的，得分約在7分上下，但離我們的目標還是差一點。實驗三以編號3-3(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=5：20：0)及3-8(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=5：20：20)的筆不論在黑板及白板上書寫及擦拭上整體效果較均質、較好，得分約在7分上下，但離我們的目標也還是差一點。

實驗三編號3-7(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=2：20：0)的筆不論黑板、白板書寫及板擦擦拭得分都為8-9分，達到我們設定的標準，所以我們的「黑白通吃筆」可以一般粉筆5g加水性蠟筆20g隔水加熱製得，但放久了會發霉是他的缺點。這次實驗時間不夠，不然我們可以將我們製得的「黑白通吃筆」讓各班老師使用，再做使用者滿意度調查，這樣這個研究就更完整了。

## 陸、結論

- 一、粉筆的主要成分是碳酸鈣和硫酸鈣，粉蠟筆、油性蠟筆、水性蠟筆的主要成分都是蠟，只是蠟的種類及比例不同(含蠟量油性蠟筆最多，粉蠟筆次之，水性蠟筆最少)，而蜡藝白板筆的主要成分是碳酸鈣和蠟。粉筆和蜡藝白板筆相同成分是碳酸鈣。
- 二、白板以環保粉筆和水性蠟筆書寫效果最好，白板上擦擦拭效果粉蠟筆得分最高，其餘都不太好，一般粉筆因粉末不會附著，所以只需輕輕擦拭，但相對它書寫在白板上效果很差。
- 三、黑板書寫效果以一般粉筆、環保粉筆和水性蠟筆效果最好，黑板板擦擦拭效果以一般粉筆最好，但一般粉筆不適合書寫在白板上。
- 四、實驗一(一般粉筆、粉蠟筆和水混合)以編號1-6(混合比例(gw)一般粉筆：粉蠟筆：水=1：20：20)的筆不論在黑板及白板書寫及擦拭上整體效果是最均質、最好的，得分約在7分上下，但離我們的目標還是差一點。
- 五、實驗二(一般粉筆、油性蠟筆和水混合)此組實驗離我們的目標非常遠。
- 六、實驗三(一般粉筆、水性蠟筆和水混合)編號3-3(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=5：20：0)及3-8(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=5：20：20)的筆不論在黑板及白板書寫及擦拭上整體效果較均質、較好，得分約在7分上下，但離我們的目標也還是差一點。
- 七、實驗三(一般粉筆、水性蠟筆和水混合)編號3-7(混合比例(gw)一般粉筆：水性蠟筆：水=2：20：0)的筆不論黑板、白板書寫及板擦擦拭得分都為8-9分，達到以我們設定的標準，所以我們的「黑白通吃筆」可以一般粉筆5g加水性蠟筆20g隔水加熱製得，但放久了會發霉是他的缺點。

- 八、實驗四(環保粉筆、粉蠟筆和水混合)編號4-1至4-4的筆黑板板擦擦拭效果如果不會留痕跡，就很接近我們的「黑白通吃筆」，真是太可惜了。
- 九、實驗五(環保粉筆、油性蠟筆和水混合)此組實驗離我們目標太遠了。
- 十、實驗六(環保粉筆、水性蠟筆和水混合)的結果也和我們的「黑白通吃筆」相去甚遠，但編號6-7至6-10的筆如果將板擦改成使用濕抹布，就是我們的「黑白通吃筆」。

## 柒、參考資料及其他

一、南一版第五冊自然與生活科技教學指引

二、國立臺灣科學教育館科展資訊管理系統

<https://twsf.ntsec.gov.tw/Article.aspx?a=42&lang=1&p=1>

三、維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B2%89%E7%AD%86>