

作品名稱：變色筆 DIY

高小組 應用科學科 第三名

縣市：台北市

作者：曾文瑄、黃以寧

蘇元駿、林長星

校名：明德國小

指導教師：郭弘富、吳柏菱

關鍵詞：變色筆、酸鹼指示劑、酸鹼變色、DIY



一. 研究動機

自然課的時候，自然老師發給我們測試酸鹼的石蕊試紙，讓我們在學校測試許多溶液的酸鹼性質，但許多同學更想瞭解在日常生活周遭各種東西的酸鹼性，於是老師就又發了許多石蕊試紙讓我們帶回家玩玩看。

我一回到家就迫不及待的拿起石蕊試紙，測試各種東西，令我最感到好奇的是我新買的一套變色筆，其中那一支可以使其他色筆變色的透明無色筆，竟然是酸性的。隔天，在上自然課時向同學報告我的發現後，引發了其他同學回家也去做同樣的測試，沒想到得到的結果，居然不同，有酸性也有鹼性。於是我就找了幾個對這個現象有興趣的同學，一同研究如何利用酸鹼使顏色變化，做出一套自製變色筆。

二. 研究目的

- (一) 找出合適的酸鹼溶液並量出它們適當的濃度，製成可使顏色變化的酸鹼筆管。
- (二) 尋找日常生活中碰到酸鹼會變色的顏料以及其它有色溶液。
- (三) 觀察顏色的變化情形，並找出顏色均勻、鮮豔不褪色且顏色變化明顯的顏料和有色溶液。
- (四) 將可用的顏料及有色溶液灌入乾淨的筆管中，製成變色筆。
- (五) 比較市售變色筆和自製變色筆的優缺點。

三. 研究器材

- (一) 實驗器具：燒杯、量筒、滴管、玻璃杯、玻璃棒、標籤、竹筷子、酒精燈、棉花、卸妝棉、筆頭、筆蓋、筆管、筆尾、彩色筆、市售變色筆、水彩、廣告顏料、國畫顏料、食用色素。
- (二) 蔬菜植物：葡萄、紫色高麗菜、紅鳳菜、紅玫瑰、紫色桔梗花。
- (三) 化學藥品：甲基紅、甲基藍、藍色指示劑、氫氧化鈉、氨水、檸檬酸、小蘇打、硼酸、漂白水。

四. 研究過程

實驗（一） 找出合適的酸鹼測試溶液

1. 步驟：

- (1) 用廣用試紙測試學校實驗室內可用的酸鹼溶液。
- (2) 排除較為危險的溶液，例如：氫氧化鈉；及有刺鼻味道的溶液，例如：醋酸。
- (3) 選出四種酸鹼 pH 值差異較大的溶液。

2. 結果紀錄：

選出四種酸鹼 pH 值差異較大的溶液分別為：

漂白水〈強鹼〉 小蘇打〈弱鹼〉 硼酸〈弱酸〉 檸檬酸〈強酸〉

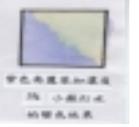


實驗（二） 量出能使紫色高麗菜汁變色效果最明顯的小蘇打溶液的適當濃度，製成鹼性筆管。

1. 步驟：

- (1) 先分別用天秤量出 1、3、5、7、9 克的小蘇打粉倒入燒杯中，再分別加入 99、97、95、93、91cc 的水並加以攪拌溶解，我們發現小蘇打溶到濃度 9% 時就已經飽和，無法溶解了。
- (2) 將紫色高麗菜打成汁，並過濾取其汁液，塗在白色卡紙上。
- (3) 我們再利用各種濃度的小蘇打溶液塗在前述的卡紙上。
- (4) 將適當濃度的小蘇打溶液，灌入乾淨無色的筆管中，製成小蘇打測試筆。

2. 結果紀錄：

小蘇打溶液的濃度	濃度 1%	濃度 3%	濃度 5%	濃度 7%	濃度 9%
紫色高麗菜汁 顏色變化情形					

3. 發現：

效果最好的是濃度 5% 和 7% 的小蘇打溶液，但兩者顏色幾乎相同，所以爲了方便及節省材料，我們就取濃度 5% 的小蘇打水溶液做爲鹼性的測試劑。

實驗（三）量出能使紫色高麗菜汁變色效果最明顯的檸檬酸溶液的適當濃度，製成酸性筆管。

1. 步驟：

- (1)分別用天秤秤出 5、10、20、30、40 克的檸檬酸粉末倒入燒杯中，再分別加入 95、90、80、70、60cc 的水並加以攪拌溶解，製成濃度 5% ~40% 的檸檬酸溶液。
- (2)再利用各種濃度的檸檬酸溶液塗有紫色高麗菜汁的卡紙上。
- (3)將適當濃度的檸檬酸溶液，灌入乾淨無色的筆管中，製成檸檬酸測試筆。

2. 結果紀錄：

檸檬酸溶液的濃度	濃度 5%	濃度 10%	濃度 20%	濃度 30%	濃度 40%
紫色高麗菜汁 顏色變化情形					

3. 發現：

各種濃度的變色效果大都相同，所以爲了方便及節省材料，我就取濃度 5% 的檸檬酸溶液做爲酸性的測試劑。

實驗（四）量出能使紫色高麗菜汁變色效果最明顯的硼酸溶液的適當濃度，製成酸性筆管。

1. 步驟：

- (1)分別用天秤量出 1、2、3、4、5 克的硼酸粉倒入燒杯中，並分別加入 99、98、97、96、95cc 的水並加以攪拌溶解，我們發現硼酸溶到濃度 5% 時就已經飽和，無法溶解了。
- (2)我們再利用各種濃度的硼酸溶液塗有紫色高麗菜汁的卡紙上。
- (3)將適當濃度的硼酸溶液，灌入乾淨無色的筆管中，製成硼酸測試筆。

2. 結果紀錄：

硼酸溶液的濃度	濃度 1%	濃度 2%	濃度 3%	濃度 4%	濃度 5%
紫色高麗菜汁 顏色變化情形					

3. 發現：

到濃度 3% 以後的變色效果大都相同，爲了方便及節省材料，我們就取濃度 3% 的硼酸溶液做爲酸性的測試劑。

實驗（五）量出能使紫色高麗菜汁變色效果最明顯的漂白水的適當濃度，製成鹼性筆管。

- 1.步驟：因爲市售的漂白水濃度固定，所以我們不再測濃度，直接將 白水灌入乾淨無色的筆管中，並貼上標籤，製成漂白水測試筆，做爲鹼性的測試劑。

2.結果記錄：右圖為自製的酸鹼測試筆



實驗（六）尋找日常生活中的顏料

1. 步驟：

我們將市售變色筆中的透明無色筆和我們自製的四種酸 測試劑畫在用市售彩色筆、水彩、廣告顏料、國畫顏料和食用色素著色的圖卡上。

2. 結果紀錄：

〔1〕彩色筆在市售透明變色筆及自製酸鹼測試劑下的變色情形如下表：

表①

〔2〕水彩在市售透明變色筆及自製酸鹼測試劑下的變色情形如下表：

表②

〔3〕廣告顏料在市售透明變色筆及自製酸鹼測試劑下的變色情形如下表：

表③

〔4〕國畫顏料在市售透明變色筆及自製酸鹼測試劑下的變色情形如下表：

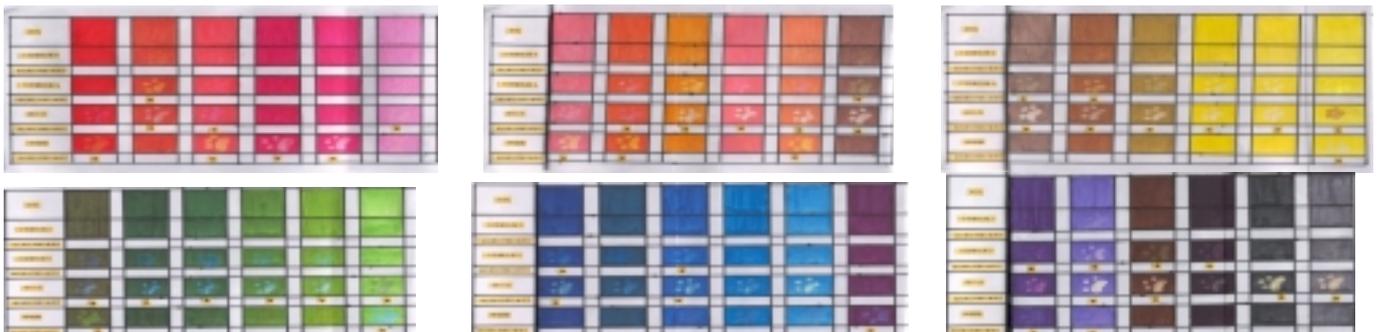
表④

〔5〕食用色素在市售透明變色筆及自製酸鹼測試劑下的變色情形如下表：

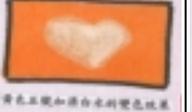
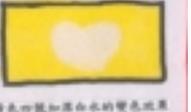
表⑤

3.發現：

(1) 由表①我們發現彩色筆碰到市售變色筆 2、市售變色筆 3、漂白水 and 檸檬酸會有較明顯的變化。部分的彩色筆碰到市售變色筆及檸檬酸會變色，全部的彩色筆碰到漂白水會被漂白，碰到小蘇打和硼酸都不會變色。我們決定針對市售的 36 彩色筆再做更廣泛的測試，期盼找出更多可產出變色效果的彩色筆。36 色彩色筆測試結果如下，並且將有變色的圖卡以星號標示出來。



- (2) 由表②我們發現圖表中六色的水彩碰到市售變色筆及自製的酸鹼變色筆都沒有變色，因此不再對其他種的水彩在做測試。
- (3) 由表③我們發現圖表中六色的廣告顏料碰到市售變色筆及自製的酸鹼變色筆都沒有變色，因此不再對其他種的廣告顏料在做測試。
- (4) 由表④我們發現圖表中八種國畫顏料碰到市售變色筆及自製的酸鹼變色筆都沒有變色因此不再對其他種的國畫顏料做測試。
- (5) 由表⑤我們發現圖表中六種食用色素碰到市售變色筆 2、3 和漂白水會有較明顯的變化。其中紅色六號、黃色五號和葡萄色素、碰到市售變色筆 2 和市售變色筆 3 會變色，全部的食用色素碰到漂白水都會被漂白，碰到其它的自製酸鹼測試筆都不變色，因此只將漂白水的部分呈現如下：

	紅色六號	黃色五號	黃色四號	葉綠素銅鈉	青色一號	葡萄色素
漂白水						
顏色明顯以★表示	★	★	★	★	★	★

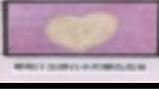
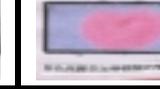
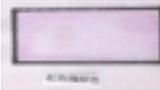
實驗(七) 找尋日常生活中可以因酸鹼變色的植物汁液

1. 步驟：

- (1) 我們首先將參考資料中會變色的植物(如：黑豆、葡萄、菊紅劍蘭、夜來香、粉紅桔梗花、紫藍桔梗花、紫色高麗菜、紅鳳菜、紅玫瑰、萵苣、向日葵、赭色菊花、)以及自行測試的植物(如：木瓜、橘子、柳橙、綠豆、花豆)用果汁機打成汁，並過濾，取其有色溶液，塗在白色卡紙上。
- (2) 利用小蘇打筆、檸檬酸筆、硼酸筆和漂白水筆測試有無變色，塗在前述已著色的卡紙上，觀察其顏色變化。

2. 結果紀錄：

部分參考資料中描述會變色的植物汁液，經過我們著色在卡紙上後，在酸鹼測試下並沒有明顯變化；而我們自行測試的植物汁液也都沒有顏色變化，因此我們僅將遇到自製酸鹼測試筆會變色的植物汁液的圖卡呈現如下：

	原色	漂白水	小蘇打水	硼酸	檸檬酸
紫色 桔梗花					
顏色變化明顯以★表示		★	★		★
葡萄					
顏色變化明顯以★表示		★	★	★	★
紫色 高麗菜					
顏色變化明顯以★表示		★	★	★	★
紅玫瑰					
顏色變化明顯以★表示		★	★		★
紅鳳菜					
顏色變化明顯以★表示		★	★		★

3.發現：

- (1) 用漂白水測試筆在植物汁液著色的圖卡上繪圖後，全都變成米色，而且變色效果大都都很明顯。
- (2) 用小蘇打測試筆在植物汁液著色的圖卡上繪圖後，除了葡萄汁紫色高麗菜變成綠色外，其餘大都變成米黃色，變色效果大都明顯。
- (3) 用硼酸測試筆在植物汁液著色的圖卡上繪圖後，只有葡萄和紫色高麗菜變成淡紫色，其餘變色效果都不明顯。
- (4) 用檸檬酸測試筆在植物汁液著色的圖卡上繪圖後，大都變成粉色，而且大部分的變色效果都很明顯。

實驗（八）利用指示劑代替植物汁液做為可以因酸鹼變色的顏料

1.步驟：

(1) 首先找出一些學校實驗室常見的有色指示劑，並加以調配成各種顏色如：

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| ① 甲基紅的咖啡紅粉末加酒精變成紅色溶液 | ② 甲基紅酒精溶液加數滴氨水變成橙色溶液 |
| ③ 藍色指示劑橘黃色粉末加水變成黃色溶液 | ④ 藍色指示劑水溶液加氫氧化鈉數滴變綠色溶液 |
| ⑤ 甲基藍的深咖啡色粉末加水變成藍色溶液 | ⑥ 甲基紅溶液加甲基藍溶液滴些檸檬酸溶液，調成紫色溶液 |

(2) 再將上述有色指示劑溶液用化粧棉沾取後塗在白色卡紙上並利用小蘇打筆、檸檬酸筆、硼酸筆和漂白水筆測試變色的效果。

2.結果紀錄：

我們發現所選用及調配的指示劑遇到自製的酸鹼測試筆都會變色，但是效果差異極大，我們將遇到自製酸鹼測試筆會變色的指示劑之圖卡呈現如下頁：

	原色	漂白水	小蘇打水	硼酸	檸檬酸
甲基紅					
顏色變化明顯以★表示		★	★		★
甲基藍					
顏色變化明顯以★表示		★			
藍色指示劑					
顏色變化明顯以★表示		★	★		
甲基紅加氨水					
顏色變化明顯以★表示		★	★		★
甲基紅加甲基藍					
顏色變化明顯以★表示		★	★	★	★
藍色指示劑加數滴氫氧化鈉					
顏色變化明顯以★表示		★	★	★	★

3.發現：

- (1) 用漂白水測試筆在有色指示劑溶液著色的圖卡上繪圖後，除了藍色指示劑加氫氧化鈉溶液變成藍色外，其餘大都變成米色，而且變色效果都很明顯。
- (2) 用小蘇打測試筆在有色指示劑溶液著色的圖卡上繪圖後，甲基紅溶液、甲基紅加甲基藍混和溶液和甲基紅加氨水溶液變成橙色、甲基藍和不變色，藍色指示劑和藍色指示劑事前加入數滴氫氧化鈉則變成藍色，而且變色效果大都很明顯。
- (3) 用硼酸測試筆在有色指示劑溶液著色的圖卡上繪圖後，藍色指示劑事前加入數滴氨水則變成米黃色；甲基紅溶液、甲基紅加氨水和甲基紅加甲基藍混合溶液變成淡紫色，但是變色效果較不明顯。
- (4) 用檸檬酸測試筆在有色指示劑溶液著色的圖卡上繪圖後，藍色指示劑溶液加數滴氫氧化鈉變成米黃色，甲基紅溶液、甲基紅加氨水溶液和甲基紅加甲基藍混合溶液變成桃紅色及紫紅色，其餘都不變色。

實驗（九）將變色效果好的自製顏料裝入筆管中製成變色筆

1.步驟：

- (1) 根據實驗（六）、（七）、（八），我們發現四枝酸鹼測試筆以小蘇打和檸檬酸的變色效果最為明顯，色彩較為豐富；而漂白水雖會造成明顯的變色效果，但變色後的顏色多為白色和淡黃色，可造成另外一種特殊變色效果；至於硼酸雖然有變色的效果，但較不明顯，所以並不符合我們的期望。
- (2) 以小蘇打筆、檸檬酸和漂白水筆搭配市售或自製顏料，製做出三套顏色變化豐富的變色筆組合。

實驗（十）比較市售變色筆和自製變色的差異

1.步驟：

- (1) 將市售的透明變色筆塗在同一套的六枝有色筆上，觀察其顏色變化，並歸納其變色組合的種類。
- (2) 將自製的三枝透明酸鹼測試筆，分別塗在所屬各套有色筆上，並觀察其顏色變化組合的種類。
- (3) 以市售變色筆的變色組合為標準，比較自製變色筆是否具有相同或更多變色組合。
- (4) 比較市售變色筆和自製變色筆的品質。

2.結果紀錄：

- (1) 市售變色筆的變色組合共有 6 種，分別以圖表呈現如下：



- (2) 以下是自製變色筆變色的組合：

- ①自製小蘇打筆的變色組合共有 11 種，分別以圖表呈現如下：



- ②自製檸檬酸筆的變色組合共有 23 種，分別以圖卡呈現如下：



③自製漂白水筆的變色組合共有 44 種，分別以圖卡呈現如下：



(3) 市售變色筆和自製變色筆變色組合比較如下：

自製變色筆和市售變色筆的有色筆原色	市售變色筆的變色情形	自製透明變色筆的變色情形		
		加小蘇打	加檸檬酸	加漂白水
紅色	黃色	橙色	橙色、桃紅色、米黃色	米色
橙色	市售變色筆無橙色	黃色	黃色、紫紅色	米色
黃色	紫色	藍色	米色	米色
綠色	螢光綠	藍色	淡綠色、淡藍色、米黃色	米色
藍色	淡藍色	淺綠色	粉紅色、淡藍色	米色
紫色	粉紅色	綠色	藍色、粉紅色	米色
黑色	橙色	沒有測試	沒有測試	米色

3. 發現：
- (1) 我們發現市售變色筆中的有色筆的變色情形多屬鮮豔，在色相上也有明顯的改變。
 - (2) 觀察自製的三枝透明酸鹼測試筆，我們發現：
 - ① 我們發現自製的小蘇打筆加上所屬在小蘇打的有色筆之後，顏色大部分變成藍綠色和橘黃色，其中藍色指示劑從黃色變成藍色，產生了對比的效果，甲基紅的變色情形也非常鮮豔，而植物汁液的變色情形則較為柔和。
 - ② 自製的檸檬酸筆加上所屬在檸檬酸的有色筆之後，多半變成桃紅色或紫紅色，變色效果也很鮮豔，而植物部分則屬較柔和的米黃或粉紫、粉紅色的變化。
 - ③ 自製的漂白水筆加上所屬在漂白水的有色筆之後，大部分都變成米色，變色效果也很不錯。
 - (3) 我們所自製的變色筆和市售變色筆比較起來，我們變色筆不僅有紅、橙、黃、綠、藍、紫及黑色，還有深淺的變化，市售變色筆卻只有六個顏色六種變化，何況我們還有更大的發展空間，足以讓我們的顏色變化種類遠遠超過市售變色筆。
 - (4) 比較市售變色筆和自製變色筆的品質，我們發現：
 - ① 自製變色筆和市售變色筆比較起來，自製變色筆的顏色變化較市售筆豐富且多變，具有開發的潛力。
 - ② 由於我們資源再利用，所使用的筆管、筆頭、筆芯都是向同學募集舊的彩色筆所做出來的，比起市售的變色筆，我們的成本少了許多。
 - ③ 由於市售變色筆的筆頭和筆芯都是全新的，吸水的程度較飽和，筆頭畫出來也比較細緻，但我們自製的變色筆，因為是資源再利用，所以筆芯吸取顏料時較困難，筆頭也因泡水過久，變的沒有那麼結實，畫出來較容易暈開如果我們使用全新的筆頭，圖出來的效果，必會有極大的改善，但成本也會相對提高一點。

七. 研究討論

- (一) 市售變色筆中的透明筆，不同牌子都可以利用廣用試紙測出帶有酸性或鹼性反應，但如果想要測出有色筆的酸鹼性，會因為色彩太深，而不知道是筆原來的顏色還是測出來的變色反應，所以不易測試。
- (二) 我們發現用廣用試紙測試漂白水的酸鹼性時，一開始畫上去，是呈現深紫色（強鹼）但他會慢慢的把廣用試紙漂成全白。而當他畫在彩色筆上，一開始它的鹼性會讓它變色，但時間一過久，漂白水中的某種成分，會將顏料漂成白色，呈現白色的效果。
- (三) 在測試的過程中，我們發現市售的白紙仍帶有微弱的酸性，也會影響變色的效果，所以我們在選用測試的紙時，都以小朋友常用的白色圖畫紙為標準。
- (四) 我們發現部分的彩色筆會因酸鹼而變色，所以我們又測試 36 色的彩色筆，發現更多種變色效果，但現在市售的彩色筆最多有到 72 色，所以彩色筆說不定會有更多的變色效果，而水彩、廣告顏料也是有很多顏色，但我們卻只測了幾個代表性的顏色，其他實驗沒有做到的部份仍然可能會有變色的效果，這些都是我們值得在未來繼續去研究及實驗的。
- (五) 我們聽說有些國畫顏料是用天然礦石所提煉出來的，於是我們就去美術社購買，但天然的國畫顏料卻有好幾百種，由於經濟上面的考量，我們就選了常聽到的群青、緋赤、水干朱、赭石、藤黃、石青、胭脂和花青這八種，用酸鹼筆做顏色變化的測試，但卻都沒有成功，不過我們也不確定其它的國畫顏料不會變色，如果未來經費足夠，其它的國畫顏料也是值得我們去測試的。
- (六) 我們發現用植物打成汁所做的顏料，放置過久就會開始發酸、發臭，甚至發霉；而且塗出來的色彩也不是很鮮豔。此外，因為塗出來的顏色太淺，所以我們想利用加熱蒸發的濃縮方法，使它的顏色變深，雖然結果有改進，但我們卻顧慮到濃縮的過程中，植物的性質可能會改變，而且在放了數天後還是會發酸、發臭。如果未來有更好的設備及技術，可以提煉出植物中的色素，排除導致細菌及其它微生物孳生的糖分或有機物，或是仿照製作蜜餞及臘肉的方法，利用硝鹽、高鹽.....等，加以防腐、除臭，未來將可以發展出更大的研究空間。
- (七) 甲基紅加入水很難完全溶解，後來經過我們查資料求證後，才發現甲基紅加入酒精才能溶解，會由咖啡紅的粉末變成紅色溶液，所以我們發現不同的指示劑對水的溶解度會有不同，有些必須溶於酒精或其他溶劑，才能幫助溶解。
- (八) 在本實驗中由於自製變色筆的色彩非常多樣，有些顏色在色相或彩度上變化差異極大，很容易區分。有些顏色則因為色相及彩度均很接近，而變化差異較小。但是即使兩種顏色很接近，卻也可以在美術繪畫時應用在漸層的畫法上，這也是值得我們選用的，所以我們決定只要在距離圖畫三十公分處並且一般人肉眼可分辨出兩種顏色差異的色彩即可被我們選用製成變色筆來應用，而不另外對其它色相、彩度、明度等再做細部的辨認。

八. 結論

在整個實驗的過程中，我們從色筆、水彩、廣告顏料、國畫顏料、食用色素、植物甚至指示劑等各方面廣泛的來進行研究。現在我們已經有足夠的能力可以自製出色彩鮮豔，而且變色效果又好的變色筆，這真是令人興奮的事！

未來在酸鹼溶液及有色溶液的選用上仍有極大的發展空間，但是在相關化學藥劑的使用上，仍是要以安全的考量為前提。讓我們當個色彩魔術師，一起來玩個顏色變化的遊戲吧！

九. 參考資料

佳香的酸鹼世界 <http://pchome.com.tw/education/nzt/>

染化資訊網-指示劑的概念-指示劑的製備 <http://fibronet.com.tw/text/tb00-2k4.htm>

廣興紙廠 <http://www.taiwanpapar.com.tw/>

全國第三十五屆科展化學類佳作獎-神奇方便的指示劑

現代設計叢書 4. 色彩計劃

評語：

運用日常生的材料與簡單的化學藥品，進行簡單的試驗而能得到有趣的結果。如果能減少試驗的項目，而能針對較少的項目繼續探討”爲什麼”應該會更有趣。

作者簡介

曾文瑄、黃以寧、蘇元駿、林長星—

我們是台北市北投區明德國民小學六年級的學生，在六上自然課認識酸鹼的單元中，老師發了許多石蕊試紙讓我們拿日常生活中的溶液作測試。無意間讓我們發現市售的變色筆居然有些是酸性的有的是鹼性的。於是我們幾個對這個現象有興趣的同學，決定一同研究如何利用酸鹼使顏色變化，做出一套自製變色筆。

在整個研究的過程中，我們花了許多的時間和心力，也曾經一度累得想放棄，幸好有兩位指導老師從旁的協助指導與支持，讓我們最後能順利的完成自製變色筆的夢想。經由這次科展的經驗，讓我們從中學習到許多解決問題的方法，這真是我們最寶貴的畢業禮物。面對即將畢業邁向新的學習旅程，我們會更有自信的展開步伐，迎接未來的挑戰!