

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-物理科

科 別：物 理 科

組 別：國 小 組

作品名稱：還以「原」色

關 鍵 詞：色層分析、天然色素、人工色素

編 號：080106

學校名稱：

臺南縣關廟鄉關廟國民小學

作者姓名：

徐芷齊、周佳穎、林湘吟

指導老師：

吳俊良、王炳貴



還以「原」色

摘要：

紅、黃、藍是色彩的三原色，每種顏色都隱藏了不同的原色在裡頭！不只是陽光、彩色筆及水彩...等，就連日常生活中隨處可見的糖果、水果裡頭都有著繽紛的色彩。

研究動機：

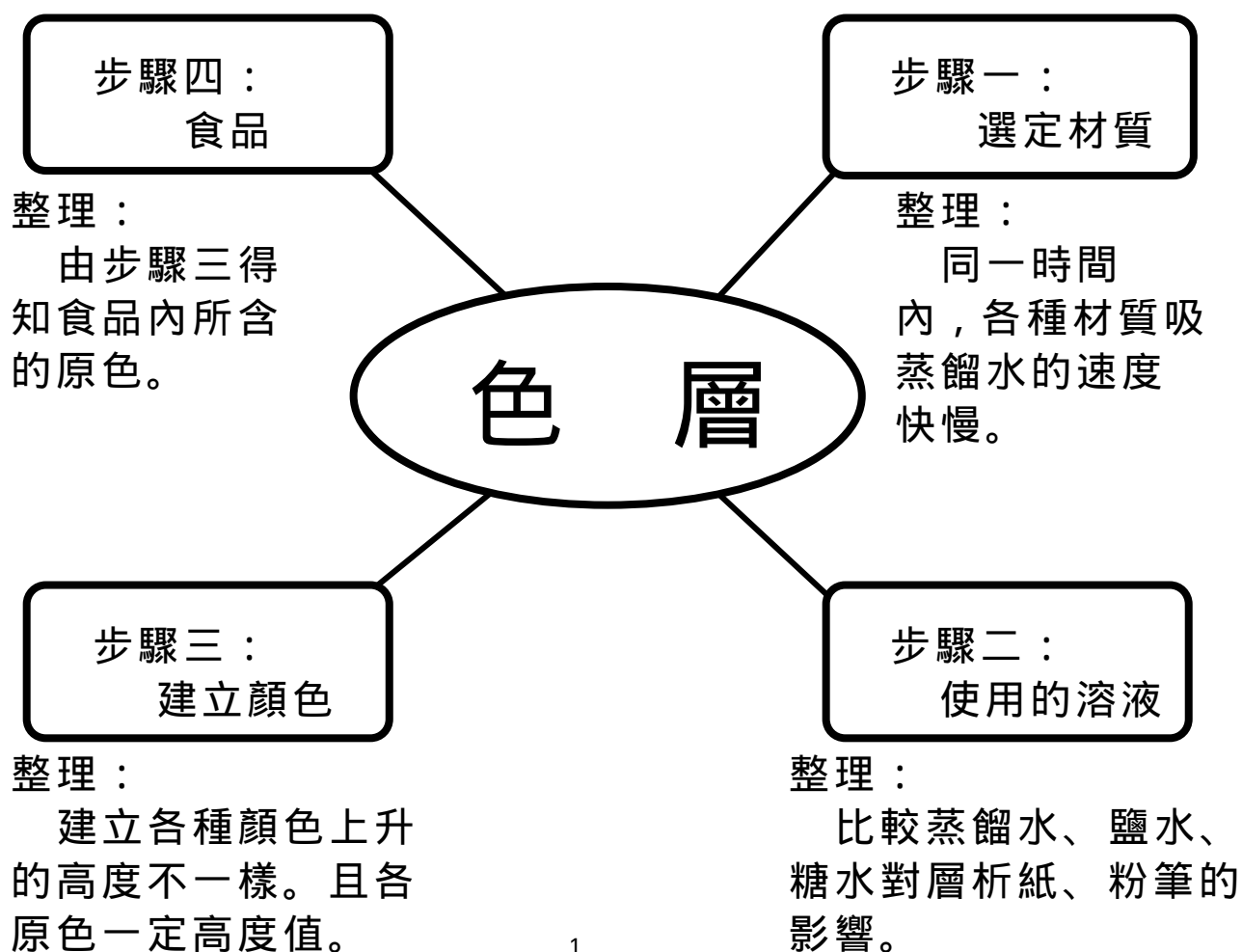
下課時，我和同學經常會到福利社買東西，且會經過學校的佈告欄。偶爾會發現佈告欄上的海報會變色。海報放久了，經過風吹雨打，裡面的顏色線條會從一種顏色變成多種的顏色。例如：原本海報裡有綠色的線條，經過雨水的浸打分出黃色和藍色，橙色可以分出黃色和粉紅色...等，還記得以前曾在美工書上看過水彩的顏色調配，於是我的腦中浮現一個好玩的想法：「是不是每一種顏色都可以分出許多顏色呢？」這個疑問在我的腦中徘徊，於是我們找老師一起做了這個實驗。

研究目的：

1. 這個實驗是利用許多材質、溶液、顏色和日常用品中選取適合分析顏色的材料，以進行還以「原」色。
2. 探討天然色素與人工色素在經過分析顏色後，兩者原色的異同。

研究歷程與方法：

壹、研究設計



貳、 研究實驗過程：

實驗(一)

選擇適合還以「原」色的材料。

實驗目的：利用紙的材質不同，證明吸水的速度也不同。來選擇我們所要做的實驗。

實驗器材：宣紙、圖畫紙、棉紙、層析紙、粉筆。

實驗流程：

1. 裁 15cm ×2cm 的紙，設定起始高度與最高高度 10cm。
2. 取 20mL 的蒸餾水放入器皿中。
3. 把紙豎立放在器皿中，觀察紙吸蒸餾水的情形。

實驗紀錄：

時間：10 分鐘 紙的格式：15cm ×2cm

種類	第一次	第二次	第三次	平均	名次
圖畫紙	0cm	0cm	0cm	0cm	5
宣紙	2.0cm	1.5cm	1.5cm	1.6cm	4
棉紙	3.5cm	3.2cm	3.0cm	3.2cm	2
層析紙	4.0cm	4.0cm	4.1cm	4.0cm	1
粉筆	2.8cm	2.7cm	2.8cm	2.7cm	3

實驗結果：

1. 原本預計圖畫紙的吸水的程度會不錯，可是經由實驗發現，在十分鐘之內，圖畫紙的上升高度並沒有抵達測量的起始線。
2. 由(上面)的紀錄圖可得知，棉紙、粉筆及層析紙較易吸水較易觀察。所以我們選擇第二個實驗材料是使用粉筆和層析紙。

實驗(二)

選擇適合的溶液

實驗目的：觀察粉筆、層析紙吸常用的溶液快慢的情形，並選擇適當的溶液。

實驗器材：鹽、糖、粉筆、層析紙

實驗流程：

1. 調配各種溶液。(鹽水、糖水並準備蒸餾水)
2. 裁 15cm ×2cm 的紙，設定起始高度與最高高度 10cm。
3. 取 20mL 的溶液放入器皿中。
4. 把粉筆豎放在器皿中，觀察粉筆吸溶液的情形，並記錄。
5. 選擇層析紙，重覆以上步驟觀察並記錄。

實驗紀錄：

(一) 時間: 10 分鐘 材質: 粉筆

種類	第一次	第二次	第三次	平均	名次
清水	3.0cm	2.2cm	2.9cm	2.7cm	2
鹽水	1.7cm	1.6cm	1.7cm	1.7cm	3
糖水	3.0cm	2.9cm	2.8cm	2.9cm	1

(二) 時間: 10 分鐘 材質: 層析紙

種類	第一次	第二次	第三次	平均	名次
清水	3.2cm	2.8cm	3.5cm	3.2cm	2
鹽水	2.3cm	2.6cm	2.8cm	2.6cm	3
糖水	3.2cm	4.0cm	3.1cm	3.4cm	1

實驗結果：

結果發現糖水爬升的速度比較快，而清水的速度排名第二。

為什麼選擇清水做實驗？

因為做實驗會比較方便，且較不會有誤差，如果用糖水做實驗的話，濃度可能調配不同，就會產生誤差，所以我們經過討論後，決定用清水做實驗。

實驗(三) 觀察顏色的變化

實驗目的：檢驗各種顏料還原原色後的色層高度，以作為提供往後的色層實驗參考。

實驗器材：各種顏色彩色筆、層析紙、粉筆、吹風機

實驗流程：

1. 用各種的顏色溶液分別點在 15cm × 2cm 的層析紙上，設定起始高度和最高高度 10cm，吹乾。
2. 把紙豎立在 20mL 蒸餾水器皿中，觀察並記錄顏色的變化。

實驗紀錄：

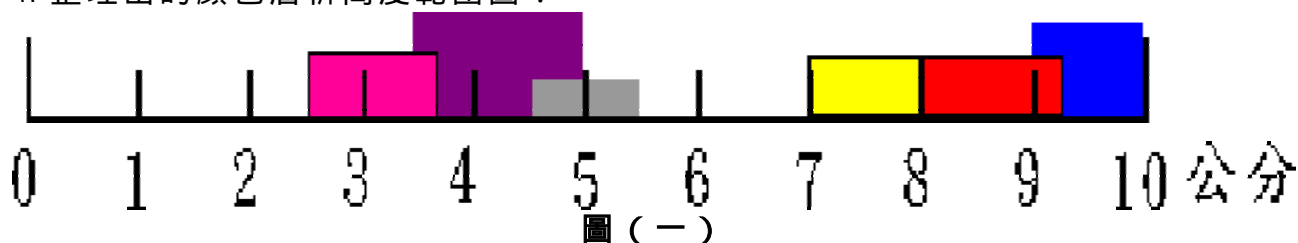
(一) 設定高度 10cm 材料：層析紙

種類顏色	第一次	第二次	第三次	平均
粉紅色	3.5cm	3.5cm	3.6cm	3.5cm
紅色	9.0cm	9.5cm	9.6cm	9.3cm
黃色	7.1cm	7.8cm	7.7cm	7.5cm
藍色	9.7cm	9.5cm	9.8cm	9.6cm
灰色	5.0cm	5.0cm	5.0cm	5.0cm

深藍色	紫 3.5cm 藍 (淡) 9.5cm	紫 3.8cm 藍 (淡) 9.6cm	紫 3.7cm 藍 (淡) 9.4cm	紫 3.6cm 藍 (淡) 9.5cm
深綠色	黃 7.0cm 藍 (淡) 9.4cm	黃 7.6cm 藍 (淡) 9.5cm	黃 7.4cm 藍 (淡) 9.6cm	黃 7.3cm 藍 (淡) 9.5cm
綠色	藍 9.0cm 黃 7.3cm	藍 9.7cm 黃 7.6cm	藍 9.5cm 黃 7.5cm	藍 9.5cm 黃 7.4cm
紫色	紫 5.0cm 粉紅 4.5cm	紫 4.9cm 粉紅 4.6cm	紫 4.9cm 粉紅 4.7cm	紫 4.8cm 粉紅 4.6cm
橙色	黃 7.5cm 粉紅 3.5cm	黃 7.6cm 粉紅 3.6cm	黃 8.0cm 粉紅 4.1cm	黃 7.7cm 粉紅 3.7cm
棕色	紅 9.0cm 黃 7.5cm 粉紅 3.0cm	紅 9.2cm 黃 7.5cm 粉紅 2.8cm	紅 9.3cm 黃 7.5cm 粉紅 2.6cm	紅 9.2cm 黃 7.5cm 粉紅 2.8cm
黑色	紅 9.0cm 黃 7.5cm 藍 9.7cm	紅 9.3cm 黃 7.6cm 藍 9.7cm	紅 9.2cm 黃 8.0cm 藍 9.7cm	紅 9.2cm 黃 7.7cm 藍 9.7cm

實驗結果：

1. 經過實驗發現，紅、黃、藍色都是單一的原色，而其他的顏色都會至少有兩種以上的顏色所混合的。
2. 凡分析出兩種以上原色的顏色，他的數據都和單一顏色大致相同。我們認為原色混合後，雖然會改變成其他種類的顏色，但原色的本質還是沒有改變。
3. 由於設定層析紙的高度為 10 公分，而使得粉紅色、紫色與灰色沒有層析出來。
4. 整理出的顏色層析高度範圍圖：



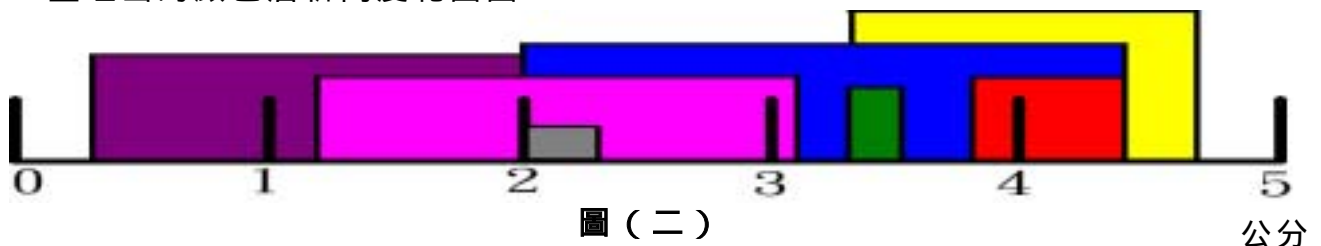
(二) 設定高度 5cm 材料：粉筆

種類顏色	第一次	第二次	第三次	平均
粉紅色	1.7cm	1.7cm	1.7cm	1.7cm
紅色	3.8cm	3.8cm	3.8cm	3.8cm
黃色	3.3cm	3.3cm	3.5cm	3.4cm
藍色	2.0cm	2.5cm	2.3cm	2.3cm
灰色	2.3cm	2.0cm	2.1cm	2.1cm
深藍色	紫 1.4cm 藍 3.7cm	紫 1.8cm 藍 3.8cm	紫 2.0cm 藍 3.7cm	紫 1.7cm 藍 3.7cm

深綠色	黃 藍 (淡)	4.4cm 3.5cm	黃 藍 (淡)	4.6cm 3.5cm	黃 藍 (淡)	4.4cm 3.6cm	黃 藍 (淡)	4.5cm 3.6cm
綠色	黃 藍	4.4cm 3.5cm	黃 藍	4.7cm 3.7cm	黃 藍	4.5cm 3.5cm	黃 藍	4.5cm 3.6cm
紫色	紫 粉紅	0.3cm 1.2cm	紫 粉紅	0.7cm 1.8cm	紫 粉紅	0.6cm 1.7cm	紫 粉紅	0.5cm 1.6cm
橙色	黃 粉紅	4.4cm 2.1cm	黃 粉紅	4.2cm 2.8cm	黃 粉紅	4.3cm 3.1cm	黃 粉紅	4.3cm 2.6cm
黑色	紫 綠 紅 黃	1.7cm 3.5cm 4.0cm 4.6cm	紫 綠 紅	0.9cm 3.3cm 4.4cm	紫 綠 紅	1.0cm 3.3cm 4.3cm	紫 綠 紅 黃	1.2cm 3.4cm 4.3cm 4.6cm

實驗結果：

1. 經由實驗發現：比較紅、黃、藍三顏色跑的高度，與層析紙的高度順序不一樣。藍色方面有很大的落差。
2. 凡有分析出兩種以上的顏色高度與單一顏色的高度都有落差，顏色與顏色之間會互相牽引，而使得原色高度會比單一原色高度高。
3. 黑色部分，由於第一次黃色的原色出現，而第二、三次沒有黃色部分的出現。
4. 整理出的顏色層析高度範圍圖：



實驗(四) 還以『原』色的材料

實驗目的：利用含有天然色素的果汁和含有人工色素的糖果。觀察色素的顏色變化情形。

實驗器材：材料溶液、層析紙、粉筆、蒸餾水、器皿、牙籤、尺、吹風機。

實驗流程：

1. 準備材料溶液。
2. 用牙籤汲取少許的材料溶液分別點在 15cm × 2cm 的層析紙 (粉筆) 上，設定起始高度以及最高高度 10cm，吹乾。
3. 把紙 (粉筆) 豎立在 20mL 蒸餾水的器皿中，觀察並記錄顏色的變化。
PS. 由於粉筆的長度最高長 8 公分，所以設定高度為 5cm。

實驗紀錄：

(一) 設定高度 10cm

材質：層析紙

結果：比對圖（一）

	食品	第一次	第二次	第三次	平均	結果
天然色素	柳橙汁	黃 7.4cm	黃 7.2cm	黃 7.2cm	黃 7.2cm	柳橙汁的黃色平均高度 7.2cm 比對黃色的範圍 7.0~8.0cm 之間。所以柳橙汁中含有黃色色素
	葡萄汁	褐 9.1cm 灰 5.0cm	褐 9.3cm 灰 4.0cm	褐 9.2cm 灰 4.6cm	褐 9.2cm 灰 4.5cm	葡萄汁的灰色平均高度 4.5cm 比對灰色的範圍是 4.5~5.5cm 之間。所以葡萄汁中含有灰色色素
	桑椹汁	黃(淡) 7.2cm	黃(淡) 7.5cm	黃(淡) 7.7cm	黃(淡) 7.5cm	桑椹汁的平均高度是 7.5cm 比對黃色的範圍是 7.0~8.0cm 之間。所以桑椹汁中含有黃色色素
	黑豆水	褐 9.4cm 灰 5.3cm	褐 9.5cm 灰 4.8cm	褐 9.3cm 灰 4.9cm	褐 9.4cm 灰 5.0cm	黑豆水的平均高度是 5.0cm 比對灰色的範圍是 4.5~5.5cm 之間所以黑豆水含有灰色色素
	紫色甘藍菜汁	紅 8.5cm 褐 8.9cm	紅 9.5cm 褐 9.0cm	紅 9.2cm 褐 9.5cm	紅 9.0cm 褐 9.1cm	甘藍菜的紅色平均高度是 9.0cm 比對紅色的範圍是 8.0~9.2cm 之間所以含有紅色色素
	仙草汁	褐 8.2cm	褐 7.5cm	褐 8.1cm	褐 7.9cm	無法比對
	芒果汁	0cm	0cm	0cm	0cm	無法比對

人工色素	黃色糖果	黃 8.1cm	黃 8.3cm	黃 8.4cm	黃 8.3cm	黃色糖果的平均高度是 8.3cm 比對黃色的範圍是 7.0~8.0cm 之間。所以黃色糖果中含有黃色色素
	藍色糖果	藍 9.5cm	藍 9.5cm	藍 9.5cm	藍 9.5cm	藍色糖果的平均高度是 9.5cm 比對藍色的範圍是 9.0~10.0cm 之間。所以藍色糖果中含有藍色色素
	紅色糖果	紅 9.2cm	紅 9.0cm	紅 9.1cm	紅 9.1cm	紅色糖果的平均高度是 9.1cm 比對紅色的範圍是 8.0~9.2cm 之間。所以紅色糖果中含有紅色色素
	橙色糖果	黃 8.0cm	黃 8.3cm	黃 8.2cm	黃 8.1cm	黃色糖果的平均高度是 8.1cm 比對黃色的範圍是 7.0~8.0cm 之間。所以黃色糖果中含有黃色色素
	紫色糖果	紅 8.9cm	紅 9.1cm	紅 9.0cm	紅 9.0cm	紅色糖果的平均高度是 9.0cm 比對紅色的範圍是 8.0~9.2cm 之間。所以紫色糖果中含有紅色色素
	青色糖果	黃 8.4cm 藍 9.3cm	黃 8.5cm 藍 9.5cm	黃 8.6cm 藍 9.4cm	黃 8.5cm 藍 9.4cm	青色糖果的黃色平均高度是 8.5cm 比對黃色的範圍是 7~8cm 之間稍微超過。且藍色平均高度是 9.4cm 比對藍色的範圍是 9~10cm 之間。
	粉紅色糖果	紅 8.9cm	紅 9.0cm	紅 8.7cm	紅 8.9cm	粉紅色糖果的平均高度是 8.9cm 比對紅色的範圍是 8.0~9.2cm 之間。所以粉紅色糖果中含有紅色色素

實驗結果：

1. 經過實驗發現人工色素和天然色素,就算是一樣的顏色,跑的高度也不大相同,就像柳橙汁平均 7.2cm 和黃色糖果平均 8.3cm 一樣。人工的色素比較容易跟著水跑。而天然色素看起來比較不會跟著水跑。
2. 發現紅、黃、藍是顏色的三原色。
3. 天然色素會有褐色的顏色。比對分析顏色高度圖,並沒有這顏色。所以尋找有關資料及資訊,推測褐色的部分應該鐵質被氧化後,所產生的顏色色素。而仙草汁的褐色並不一定是因為鐵質被氧化後的情形。

(二) 設定高度 5cm 材質：粉筆 結果：比對圖(二)

	食品	第一次	第二次	第三次	平均	結果
天然色素	柳橙汁	黃 0cm	黃 0cm	黃 0cm	黃 0cm	無法比對
	葡萄汁	灰 0cm	灰 0cm	灰 0cm	灰 0cm	無法比對
	黑豆水	褐 淡 3.6cm	褐 淡 3.5cm	褐 淡 2.8cm	褐 淡 3.3cm	無法比對
	紫色甘藍菜汁	藍 淡 2.7cm	藍 淡 2.4cm	藍 淡 2.0cm	藍 淡 2.3cm	紫色甘藍菜汁的藍色平均高度是 2.3cm 比對粉筆藍色的範圍是 2.3~3.5cm 之間。所以藍色糖果中含有藍色色素

	仙草汁	褐 1.7cm	褐 1.8cm	褐 1.7cm	褐 1.7cm	無法比對
	芒果汁	0cm	0cm	0cm	0cm	無法比對
人工色素	黃色糖果	黃 2.8cm	黃 2.6cm	黃 2.9cm	黃 2.8cm	黃色糖果的平均高度是 2.8cm，比對黃色的範圍 3.3~4.7cm，低於彩色筆的黃色部分。
	紅色糖果	紅 2.8cm	紅 2.7cm	紅 2.2cm	紅 2.5cm	紅色糖果的平均高度是 2.5cm，比對紅色的範圍 3.8~4.4cm，低於彩色筆的紅色部分。
	橙色糖果	黃 2.7cm	黃 3.1cm	黃 2.6cm	黃 2.8cm	黃色糖果的平均高度是 2.8cm，比對黃色的範圍 3.3~4.7cm，低於彩色筆的黃色部分。
	紫色糖果	紅 2.7cm	紅 2.4cm	紅 2.1cm	紅 2.4cm	紅色糖果的平均高度是 2.4cm，比對紅色的範圍 3.8~4.4cm，低於彩色筆的紅色部分。
	粉紅色糖果	紅（淡） 3.4cm	紅（淡） 3.3cm	紅（淡） 2.2cm	紅（淡） 2.9cm	紅色糖果的平均高度是 2.9cm，比對紅色的範圍 3.8~4.4cm，低於彩色筆的紅色部分。

	青色糖果	藍 1.7cm 黃 3.4cm	藍 1.5cm 黃 3.3cm	藍 1.5cm 黃 2.8cm	藍 1.5cm 黃 3.1cm	藍色部分平均高度是 1.5cm，比對藍色的範圍 2.0~4.4cm，低於彩色筆的藍色部分。黃色的平均高度是 3.1cm，比對黃色的範圍 3.3~4.7cm，低於彩色筆的黃色部分。
--	------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---

實驗結果：

1. 經實驗發現天然色素的柳橙汁、葡萄汁與芒果汁都比較沒有顏色分析出來。
2. 發現天然色素的仙草汁和黑豆水的褐色差距很大。
3. 實驗發現人工色素高度都低於彩色筆的顏色高度。

實驗（四）的總歸納：

1. 層析紙與粉筆的色層分析效果有不一樣。比如：柳橙汁，在層析紙方面可以比較容易分析出來；而粉筆方面就比較沒有辦法分析出來。
2. 層析紙與粉筆的顏色分析出來的高度也不相同。如：青色糖果，在層析紙方面，分析出藍色的高度比黃色高；而在粉筆方面，分析出藍色的高度比黃色低。

討論建議：

1. 為什麼圖畫紙吸水速度比本實驗中其他的紙慢？
答：我們發現一滴水灑在圖畫紙上一時之間水不會被吸收，相較於宣紙、棉紙等性質的紙張，水馬上就被吸收並且擴散了。我們查書的結果，發現圖畫紙上會有一層防護加工，使水不會馬上被吸收，所畫的圖案才不會立即暈開。相較於宣紙棉紙等，需以水墨作畫，利用暈開方法有來製造效果的紙張性質不同。這是因為在製紙的過程中，會以脂肥皂和明礬來增加紙的耐水性。所以我們可能認為是因為製紙過程中的脂肥皂和明礬添加較多，才會讓圖畫紙不易吸水。
2. 為什麼粉筆對彩色筆實驗中的藍色和深藍色中，分出來的藍色高度有落差呢？
答：由於教室用的粉筆，其主要成分為「無水硫酸鈣」。且粉筆的形狀是圓柱形，造成影響顏色往上升的高度。又因為深藍色是兩種顏色混合而成的，可能顏色與顏色之間會互相牽引著，進而造成顏色互相推擠，使得深藍色中的藍色部分比單一藍色還要來的高。
3. 不管利用層析紙或粉筆，水為什麼要先跑，而不是顏色先跑呢？
答：因為水會有毛細現象，吸附著層析紙或粉筆，往上跑；而顏色需要利用水的這性質，把顏色分開出來。
4. 為什麼從紫色糖果中萃取出來的色素點到紙上。吹乾後乍看之下和紅色糖果很相像呢？
答：吹乾之前，色素中含有大量的水，所以顏色看起來較深。失去水分後，顏

色本來就會變淡。再加上色素是用點的手法點在紙上，因此所含的色素量並不多，顏色也會較一大片或濃度較高的經擴散作用來的淡。

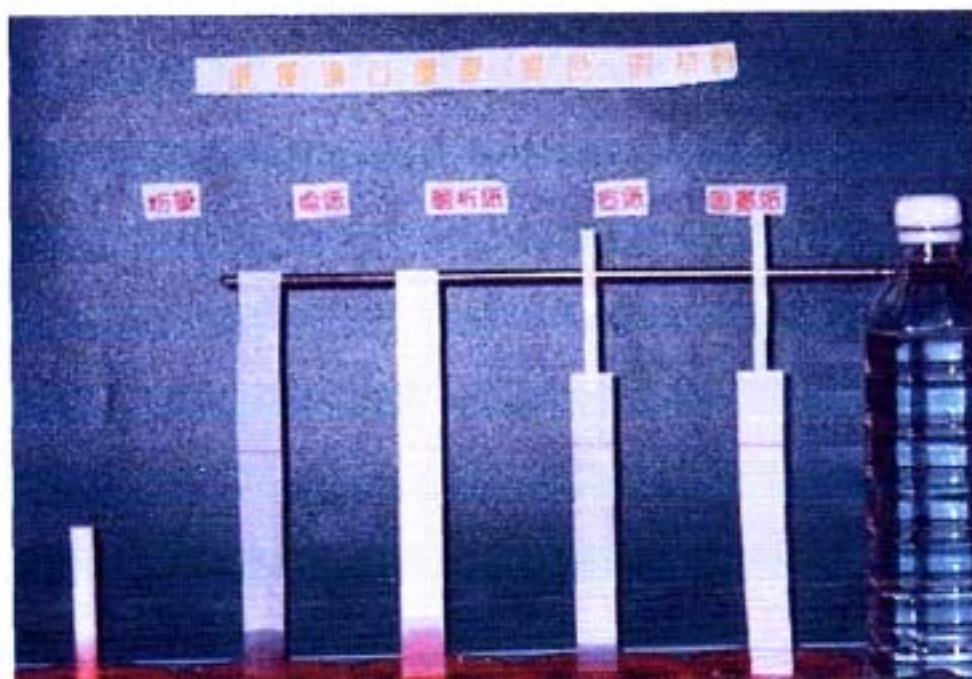
5. 天然色素的顏色和人工色素的顏色外觀一樣，為什麼跑的高度會不同呢？

答：不同性質的色素附著力不同，所以跑的速度會不一樣。在此實驗中，人工色素的高度比的天然色素高度來的高一些，所以我們使用的人工色素附著力比較小。另外，我們建議可以用此方法來區分不同色素。

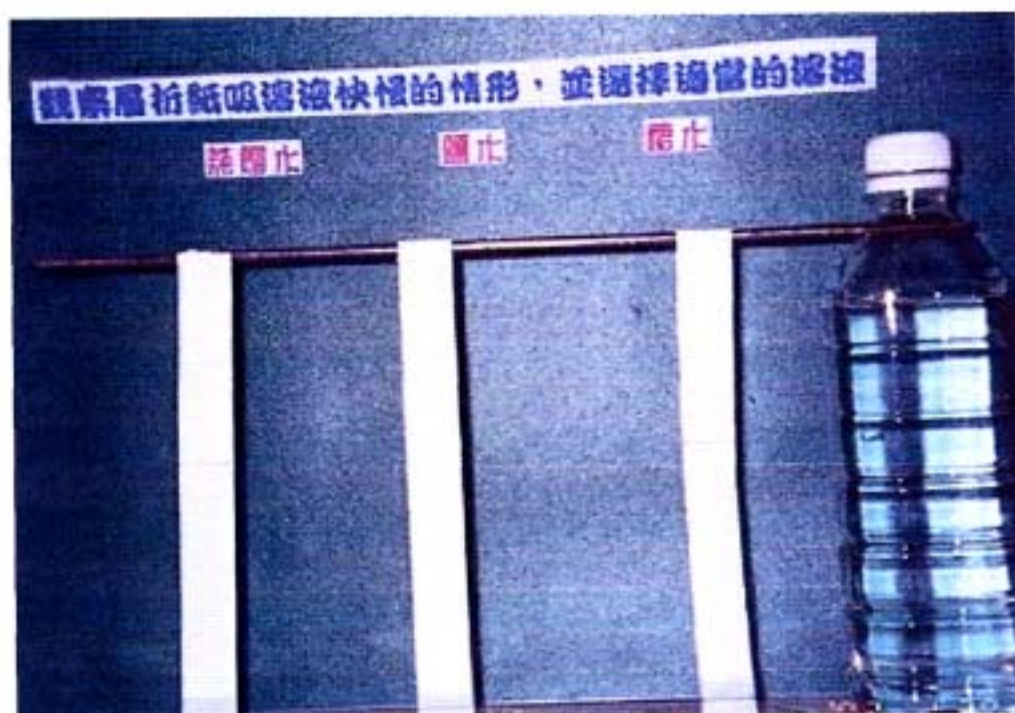
參考文獻：

1. 環華百科全書；環華出版社事業股份有限公司出版部；民 71。
2. 林國華；兒童科學金庫；初版；好兄弟出版社；P.71；民 80。
3. 科學奧秘 4 物理奧秘；修訂版；冠誌文化事業有限公司；P.76~P.81；民 80。
4. 分離科學；銀禾文化事業有限公司；民 80。
5. 兒童科學實驗三百題；周東川譯；銀禾文化事業有限公司；民 78。

實驗記錄

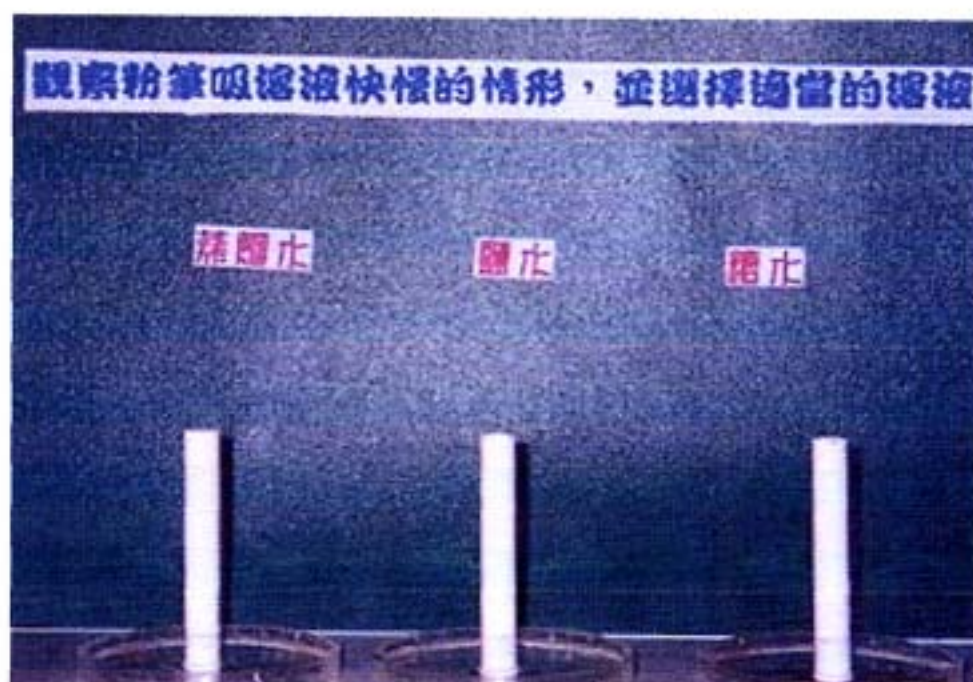


這是我們選擇適合還以「原」色的材料喔！

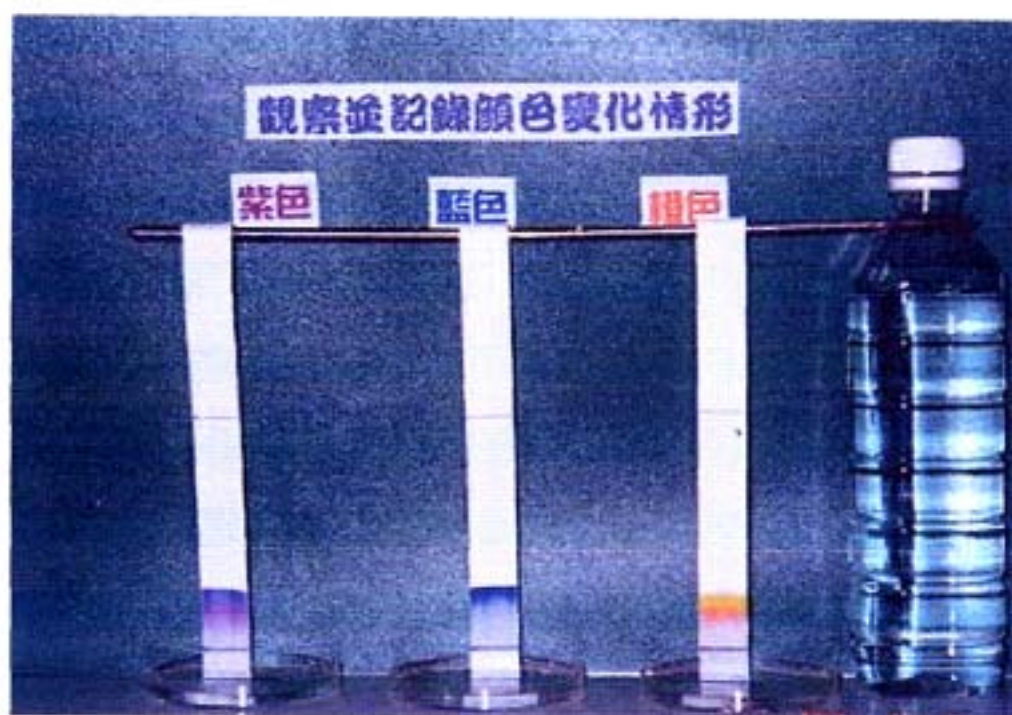


觀察層析紙吸取溶液快慢，並選擇適當的溶液。

實驗記錄

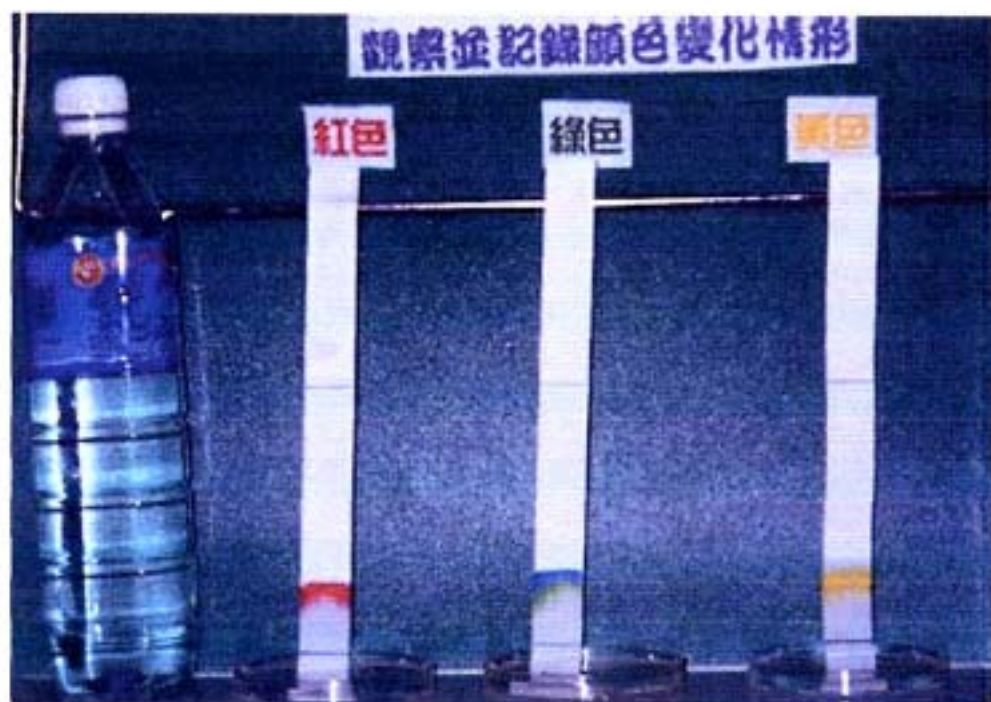


這是觀察粉筆吸取溶液的快慢，並選擇適當的溶液。

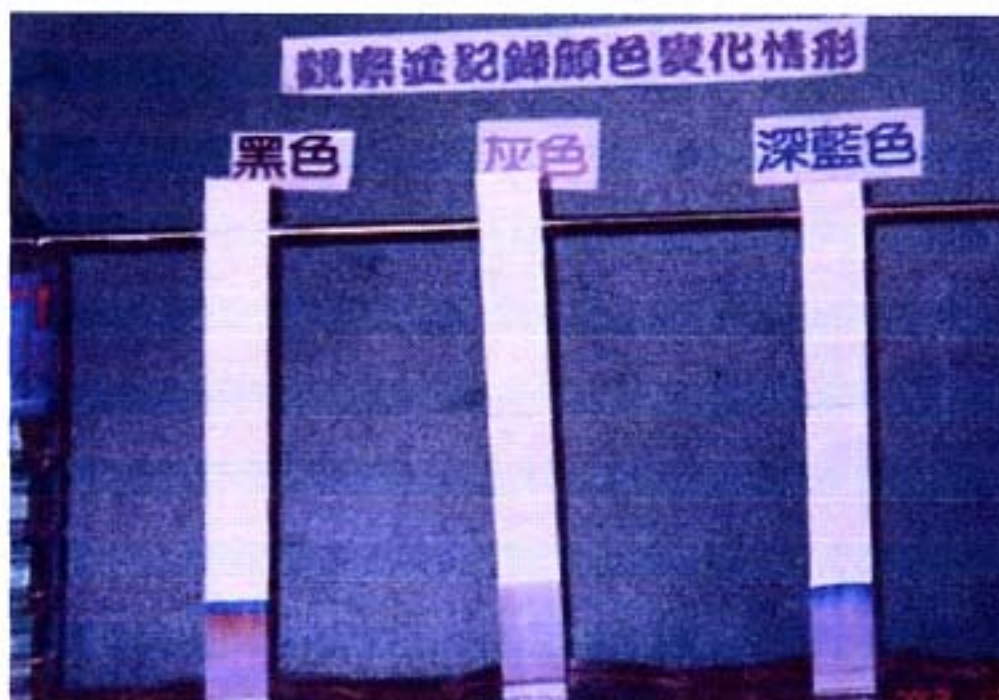


觀察顏色並記錄顏色變化情形（紫色、藍色、橙色）

實驗記錄

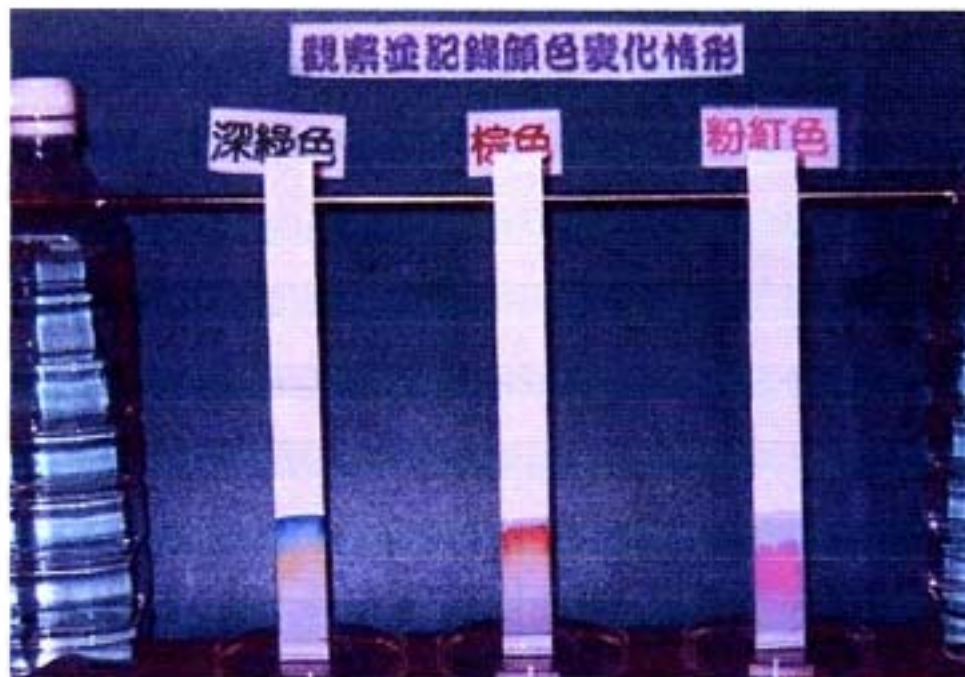


觀察顏色並記錄顏色變化情形（紅色、綠色、黃色）

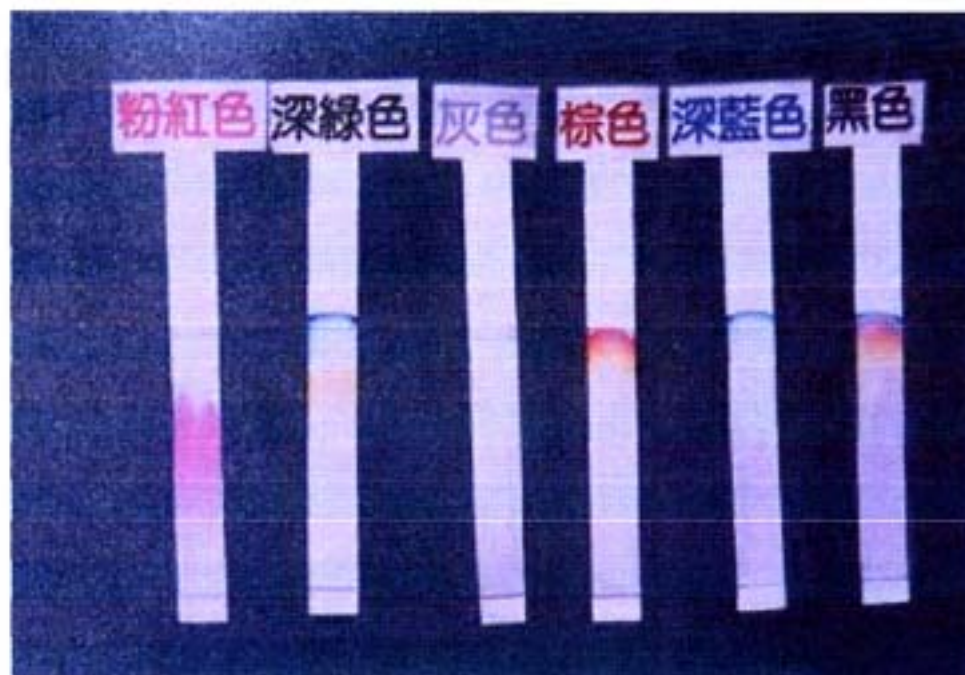


觀察顏色並記錄顏色變化情形（黑色、灰色、深藍色）

實驗記錄

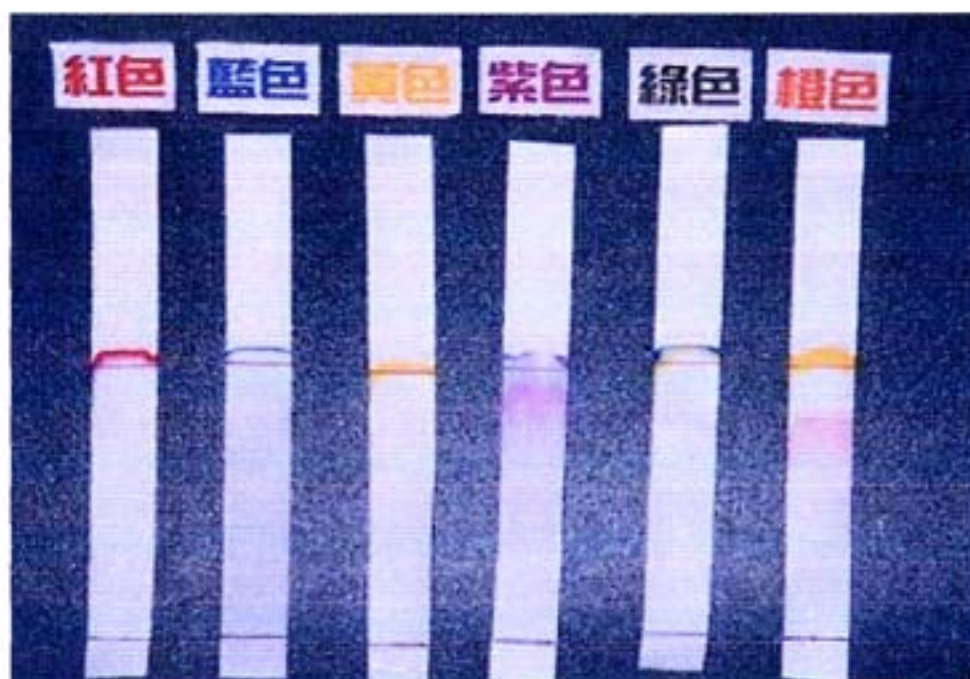


觀察顏色並記錄顏色變化情形（深綠色、棕色、粉紅色）



記錄顏色變化情形（粉紅色、深綠色、灰色、棕色、深藍色、黑色）

實驗記錄



記錄顏色變化情形（紅色、藍色、黃色、紫色、綠色、橙色）

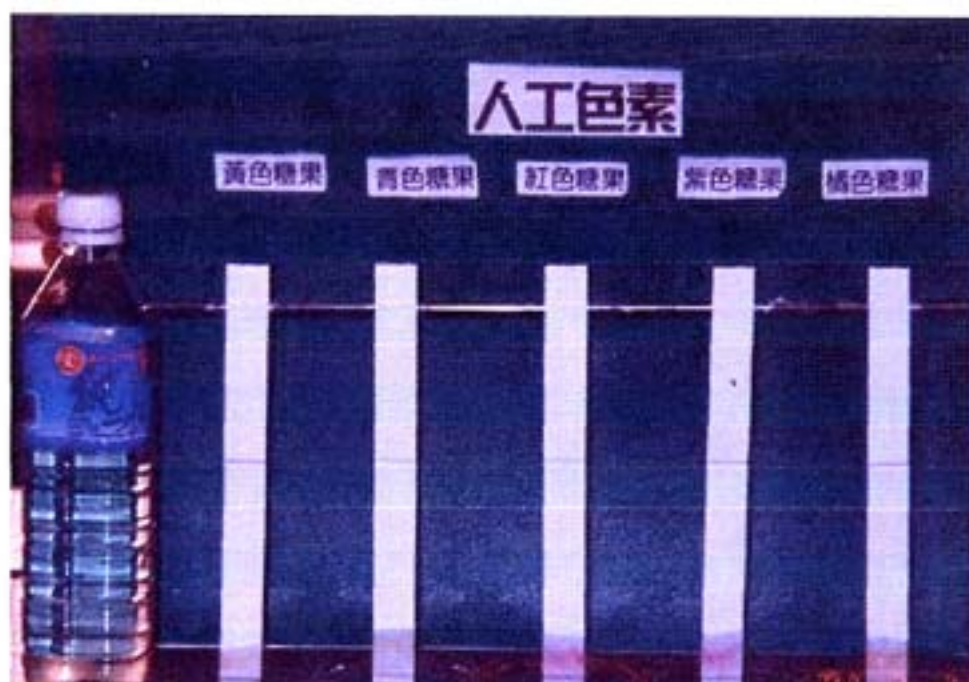


人工色素的萃取紀錄

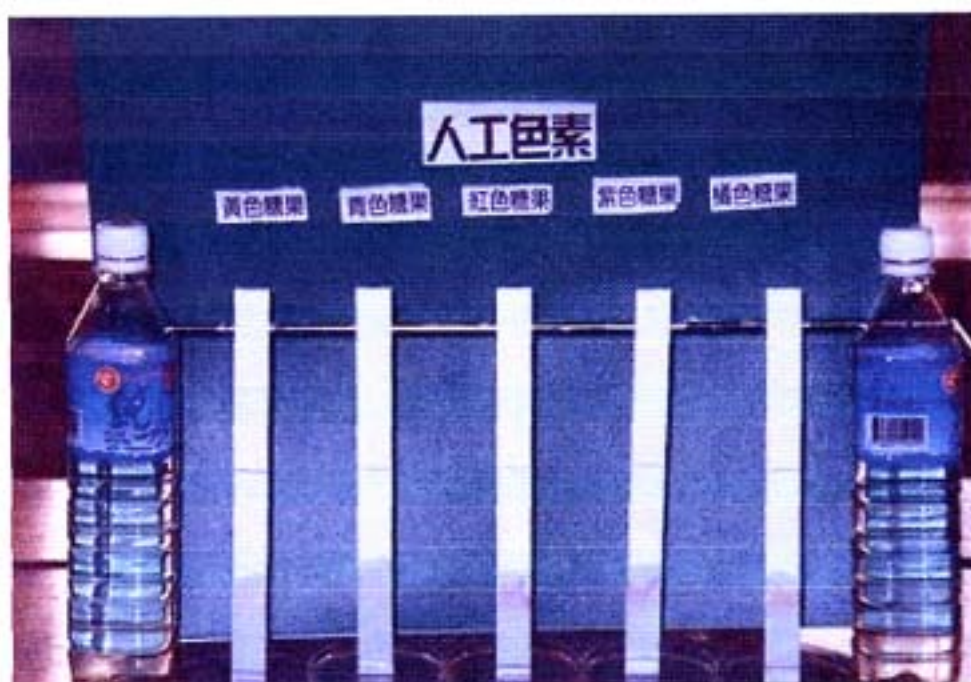
實驗記錄



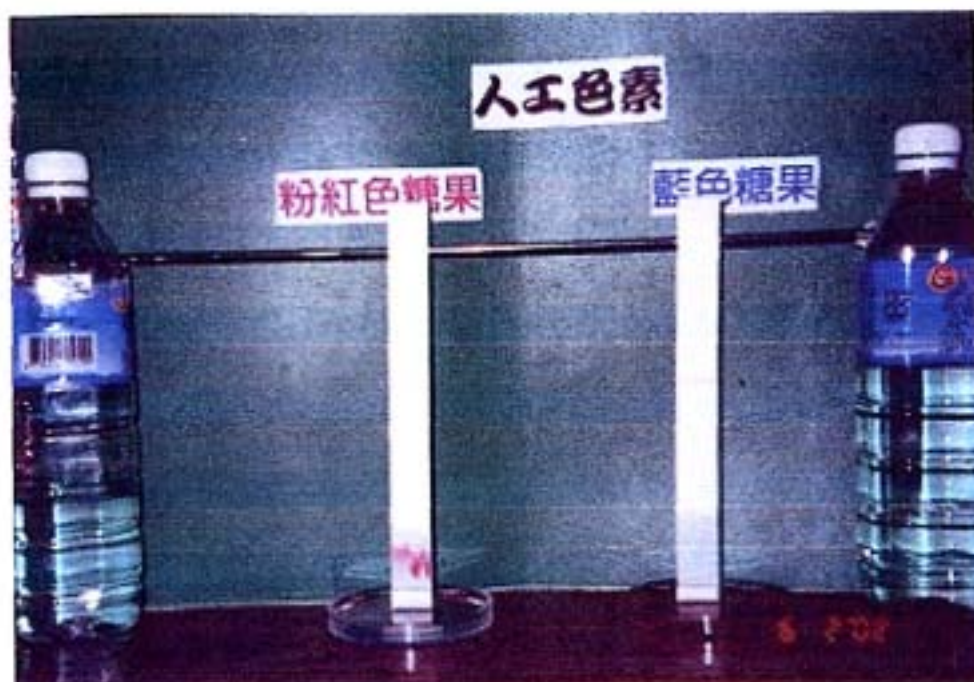
天然色素與人工色素準備妥當嚕～



實驗記錄

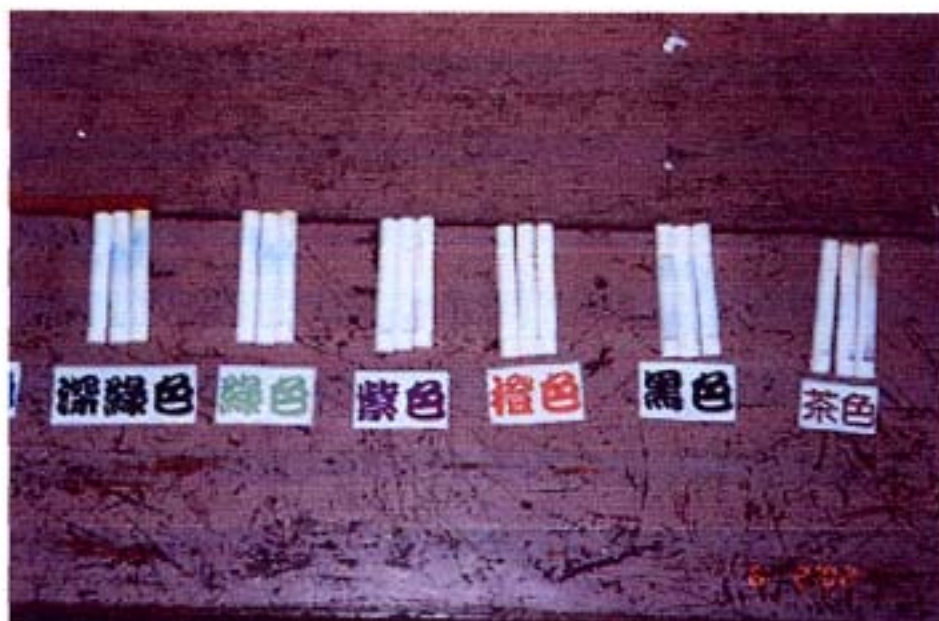


人工色素的實驗經過，上升中



人工色素的實驗經過，上升中

實驗記錄

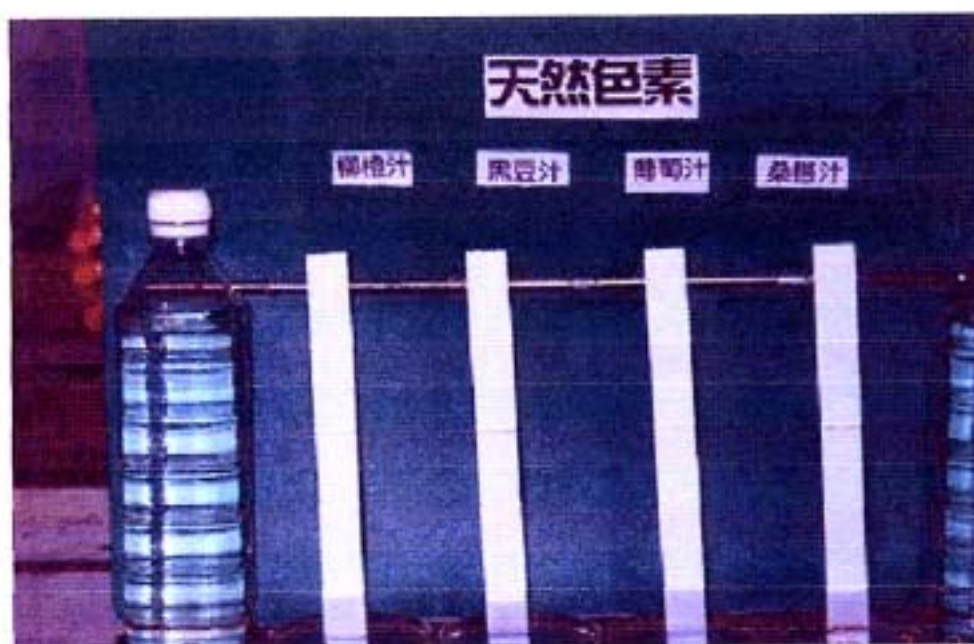


人工色素在粉筆上的層析結果（深綠色、綠色、紫色、橙色、黑色、茶色）



人工色素在粉筆上的層析結果（粉紅色、紅色、黃色、藍色、灰色、深藍色）

實驗記錄



天然色素的實驗經過，上升中



比較天然色素與人工色素實驗準備過程

實驗記錄

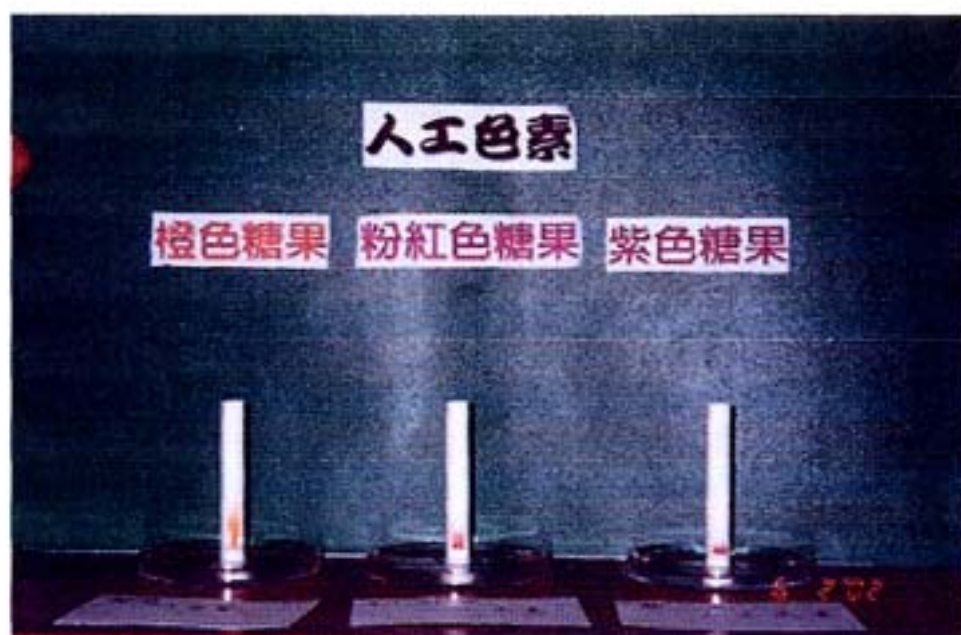


比較天然色素與人工色素的實驗準備過程

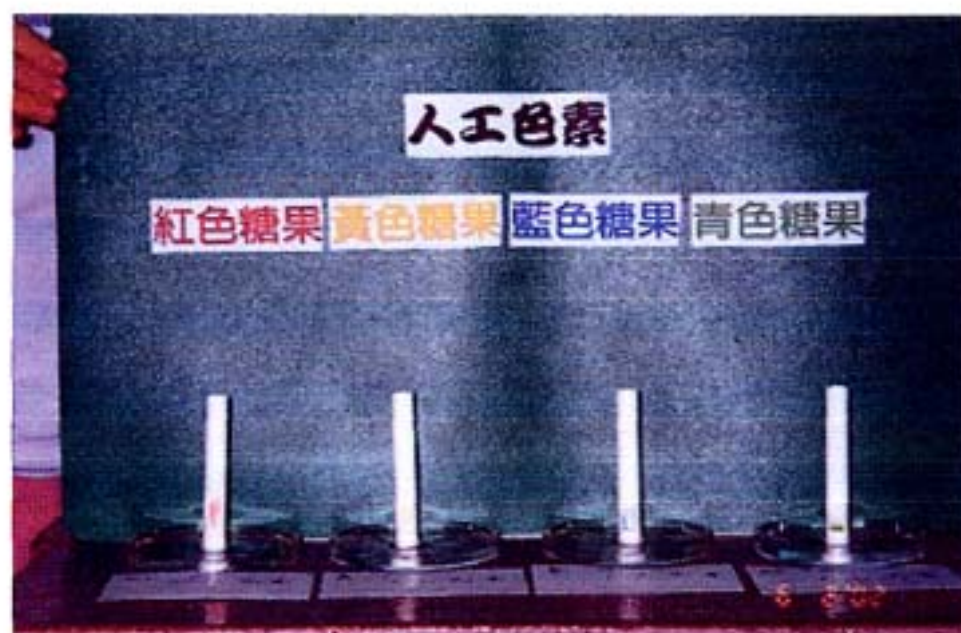


天然色素與人工色素的比較

實驗記錄

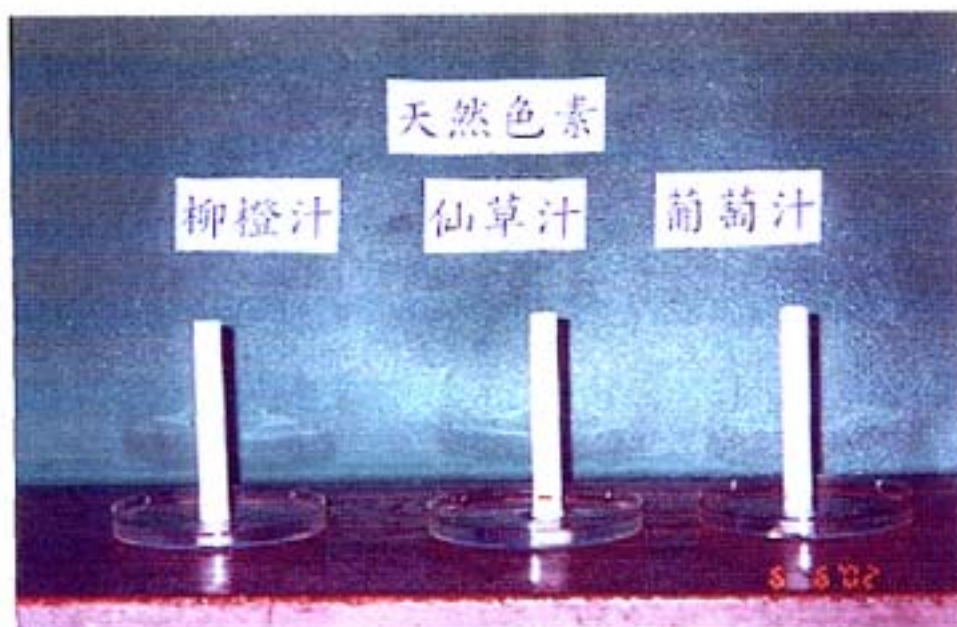


人工色素在粉筆上的實驗經過，上升中（橙色、粉紅色、紫色）

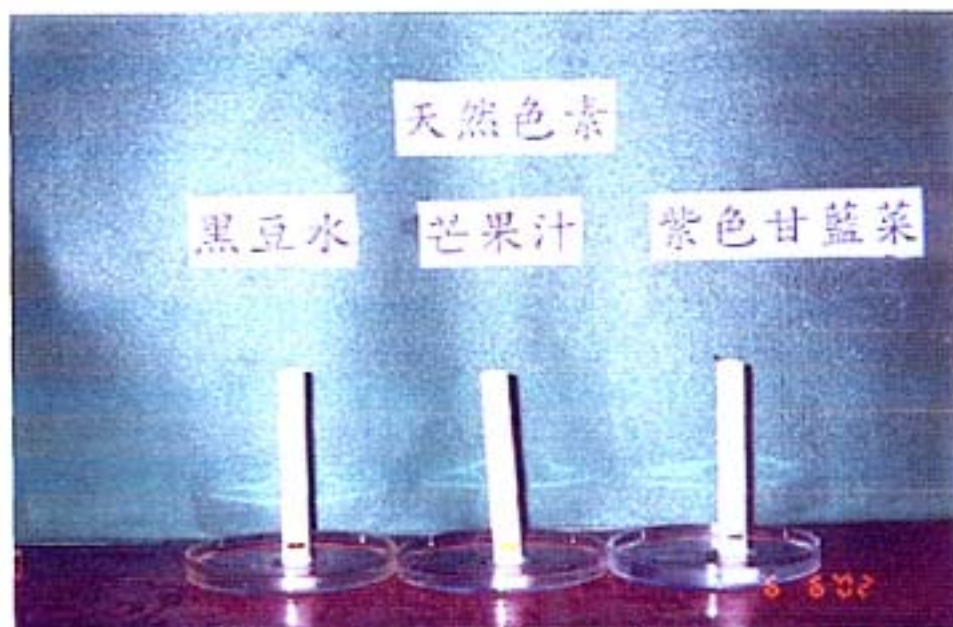


人工色素在粉筆上的實驗經過，上升中（紅色、黃色、藍色、青色）

實驗記錄



天然色素在粉筆上的實驗經過，上升中（柳橙汁、仙草汁、葡萄汁）

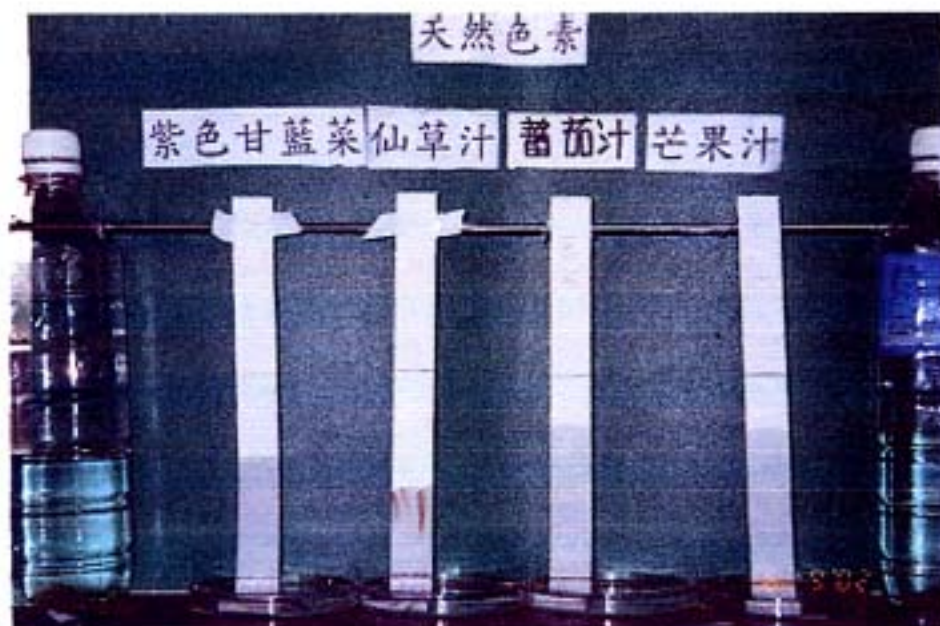


天然色素在粉筆上的實驗經過，上升中（黑豆水、芒果汁、紫色甘藍菜）

實驗記錄



晾乾中的天然色素以及人工色素實驗樣本



天然色素在在層析紙上的層析經過（紫色甘藍菜、仙草汁、蕃茄汁、芒果汁）