

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學

組 別：國小

作品名稱：“色層”相似—探討彩色筆奧妙之研究

關 鍵 詞：濾紙色層分析、溶劑、作畫

“色層”相似—探討彩色筆奧妙之研究

摘要

使用彩色筆作畫時，曾經有不小心將畫有顏色圖案的紙張，碰到水的經驗，會發現有的顏色會暈開，變得模糊不清，有的會擴散出現其它種顏色，對此現象感到好奇。本研究首先對不同品牌彩色筆、不同的溶劑與顏料在分離過程時的現象進行測試觀察，了解不同品牌、溶劑等特性對顏色分離的影響。接著進一步實驗探討黑色顏料在混合溶劑比例、比較不同紙張種類、浸泡時間的色層分離效果。另外，在色層分離過程中，去探究顏色出現的順序與最終停止位置間的關係。綜合以上的研結果發現，黑色分離的效果受到品牌型號、不同溶劑比例、紙張種類、浸泡時間等的影響，且顏色分離的過程中顏色出現的順序與「色彩混色理論」有關，分離的速度與混色的顏色數量無關。最後，根據研究結果得到的最佳條件應用到「濾紙層析」的作畫上，與檢測各家品牌彩色筆由哪些顏色組成等二方面的應用。

壹、研究動機

學校美勞課用彩色筆在圖畫紙上畫風景畫，中途休息喝水時，不小心把水滴到畫紙上，碰到水的彩色圖畫外圍，產生許多毛邊，並且還出現模糊不清、顏料與水混合在一起暈開成不同顏色等奇妙的變化，彩色筆裡的各種顏色是如何混合形成的呢？黑色是由哪幾種顏色混合形成的呢？如果溶劑、紙張等條件不同，產生的效果會如何呢？可以利用彩色筆顏色分離的特殊效果來作畫嗎？等一連串好奇的問題。因此，使我們想去探討與研究彩色筆裡的顏色奧妙。

貳、研究設備與器材

實驗用長條形濾紙、不同廠牌彩色筆、橡皮塞、250 毫升量筒、水、甲醇、酒精、丙酮、乙酸乙酯、電子秤、口罩

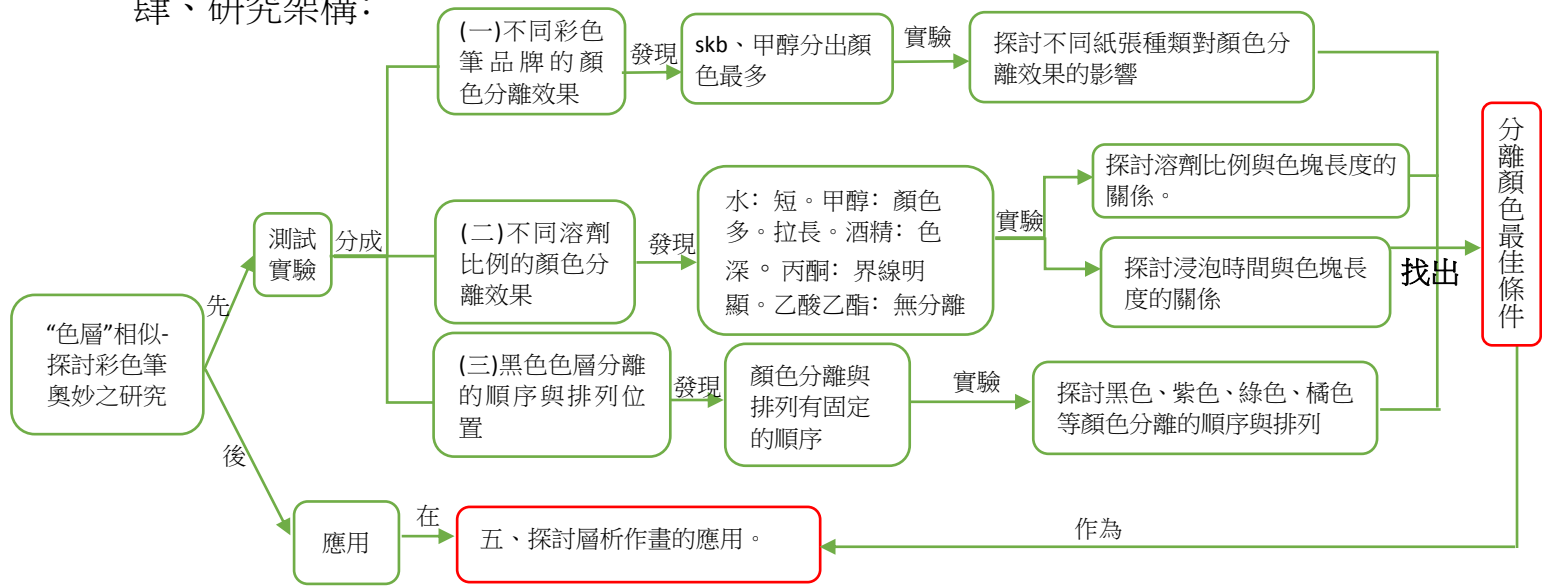
參、研究目的

探討彩色筆的顏色組成與影響顏色分離效果的有關因素，找出如何利用溶劑作畫的最佳的方法。

一、測試實驗：

- (一)不同彩色筆品牌的顏色分離效果
 - (二)不同溶劑的顏色分離效果
 - (三)彩色筆色濾紙層析顏色分離的順序與排列位置。
- 二、探討黑色、紫色、綠色、橘色等顏色分離的順序與排列的位置
 - 三、探討不同紙張種類對顏色分離效果的影響。
 - 四、探討溶劑比例與色塊長度的關係。
 - 五、探討浸泡時間與色塊長度的關係。
 - 六、探討色層分析作畫的應用。
 - 七、相同品牌不同產品型號的彩色筆與顏色分離的效果間的關係

肆、研究架構：



伍、文獻閱讀與摘要整理：

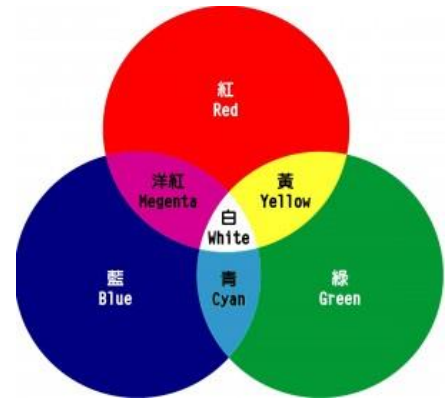
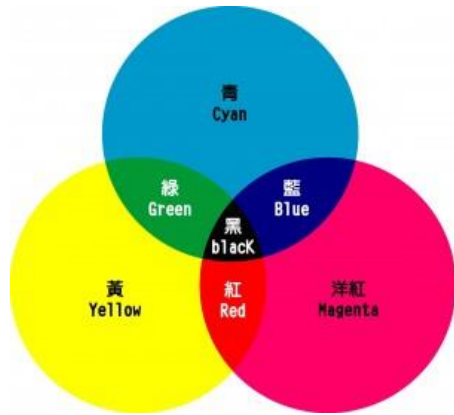
一、濾紙色層分析：

1. 一種分離混合物質的化學分析法。將混合物溶解在溶劑中，接著拿一張紙片讓溶液往上吸。由於不同的物質在紙上有不同的吸附程度(物質特性之一)，隨著溶液被紙片往上吸，有些溶質會移動得比其它溶質遠，形成像是渲的條狀圖案，稱為層析圖。透過層析圖，化學家就可以辨識出在紙張上散開來的各種物質；也可以知道混合物中有哪些不同的成份，但無法將各種成份純化(觀念化學小學堂，2012)。
2. 利用混合物質與固定相、流動相間作用力的不同，分離混合物質的方法。固定相通常是濾紙，流動相(溶劑)會帶著物質在上面流動，這個裝置將會根據混合物中不同物質對固定相的附著力和對流動相的溶解度而分離出來。濾紙在分離顏料時，如果顏料中含有不只一種物質，不同顏色的物質會就根據溶劑和不同溶質的極性分開，這是因為不同的分子結構極有不同的極性。這些不同的極性造就對溶劑的不同溶解度，使各種溶質會在溶劑擴散的不同位置沉澱在固定相上以斑點呈現，我們就可以根據固定相上的斑位置及大小作分析(維基百科，紙色譜法)。
3. 紙色層分析法可以分離出不同顏色的顏料。沒有顏色的混合物也可以用色層分析法分離，只要各成份對於溶劑及靜態介質，有不同的親和性就行了。靜態介質是供溶劑通過的物體，如紙張等(觀念化學，2018)。每種顏色遷移的距離與它和紙的親和力有關(化學真相，2004)。

二、混合顏色的組成

1. 顏色的混合理論可以分成二類：一種是以“光的三原色”，紅(R)、綠(G)、藍(B)三種色光，倆倆重疊混合形成明度較高的青色(C)、洋紅(M)、黃色(Y)各種顏色，全部混在一起形成白色(W)，稱為“加法混色”。另一種則是以顏料的三原色，青色(C)、洋紅(M)、黃色(Y)，將它們倆倆混色重疊後產生明度較低的紅(R)、綠(G)、藍(B)三種顏色，全部混在一起形成黑色(K)。稱為“減法混色”。

2. 顏色加減法



3. 美術設計領域常用「色輪」來表示各種色彩間的關係，「色輪」中相對排列的兩色為互補色。而相鄰的顏色則具有共同的特性，通常很適合作配色。色輪裡的原色指的是紅色、黃色和藍色組成，這三原色無法混合其他顏色來調配產生。二次色是由兩種不同的原色等比例調配而成的顏色。黃色和藍色混合就會創造出綠色，黃色和紅色混合就會創造出橙色，而藍色和紅色混合創造出的是紫色。



陸、研究過程與方法

來源：<https://www.shutterstock.com/zh-Hant/blog/complete-guide-color-in-design>

一、彩色筆品牌與相關資料

| 品牌 | SKB | | | 利百代 | 雄獅 |
|------|-----------|--------|-------|------------|---------------|
| 型號 | CW-76 | CW-180 | CL-75 | W-003 | BLM-36/B |
| 顏色種類 | 12 | 24 | 12 | 36 | 36 |
| 主要成份 | 水、染料、保濕劑 | | | 水、染料、保濕劑 | 水、染料、活性劑、乙二醇。 |
| 特殊功能 | 可水洗、有螢光成份 | | | 不可水洗、無螢光成份 | 不可水洗、無螢光成份 |

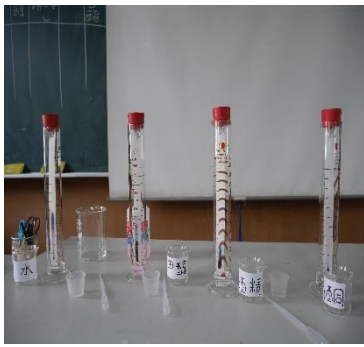
二、測試黑色彩色筆的顏色分離效果。

測試實驗(一)不同品牌彩色筆在不同溶劑下的顏色分離效果。

1. 方法：

- (1) 在 29 公分長條形濾紙下方 2 公分處，用不同廠牌彩色筆，顏色黑色點上黑色。
- (2) 在橡塞皮下方插入 2 支迴紋針，並夾住長條濾紙。
- (3) 在四組 250ml 量筒裡加入 15c.c.的水、甲醇、酒精、丙酮、乙酸乙酯等不同溶劑。
- (4) 將長條濾紙放入量筒裡。
- (5) 觀察其顏色分離的過程。

2. 過程記錄：










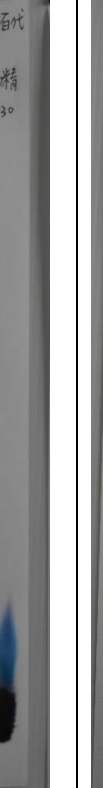



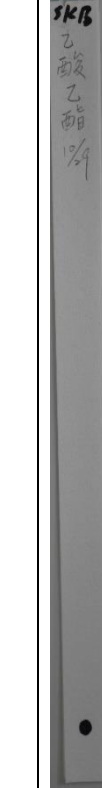


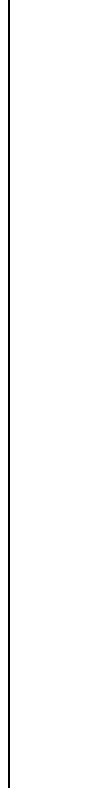
將濾紙放入有橡皮塞
的量筒內，減少溶劑
的蒸散速率



將溶劑倒入量筒



濾紙層析測試結果

| 溶劑 | 水 | | | 甲醇 | | | 酒精(75%) | | | 丙酮 | | | 乙酸乙酯 | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 品牌 | SKB CW-76 | 利-W-003 | 雄-BLM-36/B | SKB CW-76 | 利-W-003 | 雄-BLM-36/B | SKB CW-76 | 利-W-003 | 雄-BLM-36/B | SKB CW-76 | 利-W-003 | 雄-BLM-36/B | SKB CW-76 | 利-W-003 | 雄-BLM-36/B |
| 濾紙顏色分離效果 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 觀察記錄 | 長度: 3cm 顏色: 黃、紫、粉、藍。 | 長度: 11cm 顏色: 黑、紫、紅、藍。 | 長度: 11.5cm 顏色: 紫、紅、灰。 | 長度: 9.5cm 顏色: 橘、黃、藍、紫、粉。 | 長度: 8.5 顏色: 黑、藍。 | 長度: 9cm 顏色: 紅、藍、灰 原始的黑點明顯。 | 長度: 5cm 顏色: 黃、橘、藍、紫、粉。 | 長度: 5 cm 顏色: 黑、藍。 | 長度: 5.5cm 顏色: 紅、紫、藍、灰。 | 長度: 5cm 顏色: 黑、藍、粉。 | 長度: 5 顏色: 黑、藍、粉。 | 長度: 4.2cm 顏色: 藍 原始的黑點明顯。 | 長度: 無分離 顏色: 沒顏色。 原始的黑點明顯。 | 長度: 無分離 顏色: 沒顏色。 原始的黑點明顯。 | 長度: 無分離 顏色: 沒顏色。 原始的黑點明顯。 |

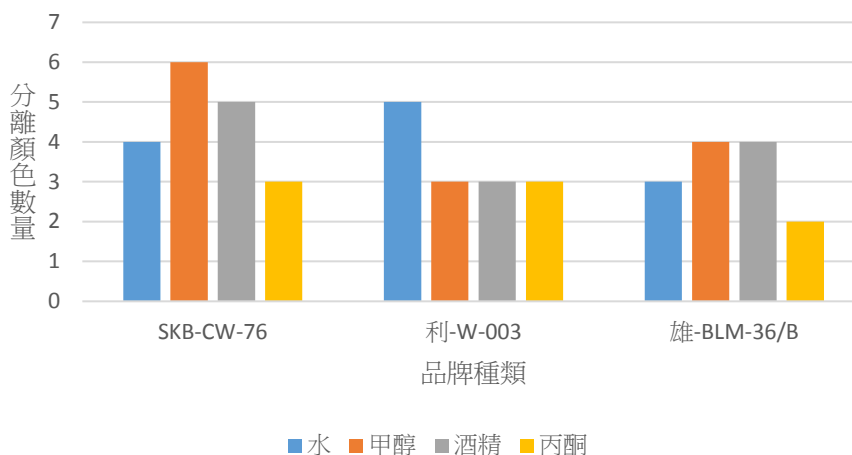
3. 實驗結果分析：表格內數字代表由下而上最後出現的排列序。

| 溶劑 | 水 | | | 甲醇 | | | 酒精(75%) | | | 丙酮 | | | 乙酸乙酯 | | |
|-------|--------------|-------------|--------------------|--------------|-------------|--------------------|--------------|-------------|--------------------|--------------|-------------|--------------------|------------------|-------------|----------------|
| 品牌-型號 | SKB CW-76 | 利-W- 003 | 雄- BLM- 36/B | SKB CW-76 | 利-W- 003 | 雄- BLM- 36/B | SKB CW-76 | 利-W- 003 | 雄- BLM- 36/B | SKB CW-76 | 利-W- 003 | 雄- BLM- 36/B | SKB CW- 76 | 利-W- 003 | 雄-BLM- 36/B |
| 黑 | | 5 | 3 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 灰 | | 1 | 1 | | 2 | 2 | | | | | | | | | |
| 澄 | | 2 | | 1 | | | 2 | | | | | | | | |
| 黃 | 1 | | | 2 | | | 1 | | | | | | | | |
| 綠 | | | | 3 | | | | | | | | | | | |
| 藍 | 4 | 4 | | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | | | |
| 紫 | 3 | | | 5 | | | | | | | | | | | |
| 粉紅 | 2 | | | 6 | | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | |
| 紅 | | 3 | 2 | | | | | | 2 | | | | | | |
| 顏色的數量 | 4 | 5 | 3 | 6 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 平均值 | 4 種 | | | 4~5 種 | | | 4 種 | | | 2~3 種 | | | 無顏色分離，只有原點 | | |

4. 三種彩色筆品牌在水、甲醇、酒精等三種溶劑分離出的顏色數量

| 品牌 | 溶劑 | | | | |
|------------|----|----|----|----|------|
| | 水 | 甲醇 | 酒精 | 丙酮 | 乙酸乙酯 |
| SKB-CW-76 | 4 | 6 | 5 | 3 | 0 |
| 利-W-003 | 5 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| 雄-BLM-36/B | 3 | 4 | 4 | 2 | 0 |

彩色筆品牌與分離顏色數量



5. 觀察與發現：

- (1) 品牌的平均值: SKB 有四到六種顏色、雄獅有二到三種顏色、利百代有三到四種顏色。
- (2) 溶劑分離出顏色的平均值:水有四種顏色、甲醇有四到五種顏色、酒精有四種顏色、丙酮有二到三種顏色、乙酸乙酯只有原點，無分離出其它顏色。
- (3) 除了乙酸乙酯，最頂端的顏色有黑色 2 次、粉紅色 5 次、藍色 5 次；且幾乎都有分出藍色，佔十二分之十一。
- (4) SKB 在水、酒精、甲醇等溶劑下，顏色分離後，原點變成無色，且色彩較多。
- (5) 丙酮都是先出現藍色，再出現粉紅色。
- (6) 溶劑是水的利百代、雄獅最後的顏色是黑色，很特別。
- (7) SKB 分離出的顏色比雄獅、利百代來得多。

6. 結果：

- (1) 水、甲醇、酒精等溶劑對黑色彩色筆可以分離出較多顏色，且較明顯，好判斷。丙酮、乙酸乙酯分離出的顏色較少，效果較差，但丙酮色塊間的界線明顯。
- (2) 水、甲醇、酒精、丙酮等溶劑對三種彩色筆品牌的分離效果不同。其中 SKB 分離出的顏色最多。

7. 討論：

- (1) 遇到不是很明顯的顏色，每個人對顏色的判斷都會不一樣。
- (2) 甲醇、酒精可以分離出較多的顏色，酒精在 SKB 分離出的顏色較深，丙酮分離顏色的界線明顯，容易分辨顏色。根據測試實驗一結果，取水、甲醇、酒精、丙酮等配製出不同比例的溶劑，檢驗其在黑色彩色筆的顏色分離效果。

測試實驗(二): 不同溶劑比例與紙色層分析效果間的關係。

1. 方法: 將水、甲醇、丙酮、乙醇等配製成不同比例的溶劑, 在距離濾紙底部上方 2 公分處, 用黑色彩色筆畫一黑點, 浸泡在量筒裡 30 分鐘, 觀察記錄顏色分層的效果。

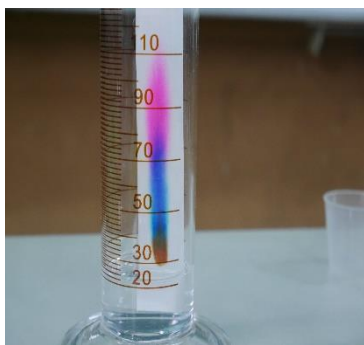
2. 變因控制:

| 操縱變因 | 不變變因 | 應變變因 |
|------|---|------|
| 溶劑比例 | ①彩色筆品牌 SKB-CW-76 ②顏色: 黑色 ③紙張種類: 實驗用濾紙 ④溶劑重量 18 克 ⑤黑點形狀、大小: 圓形 ⑥分離時間 30 分 | 分離效果 |

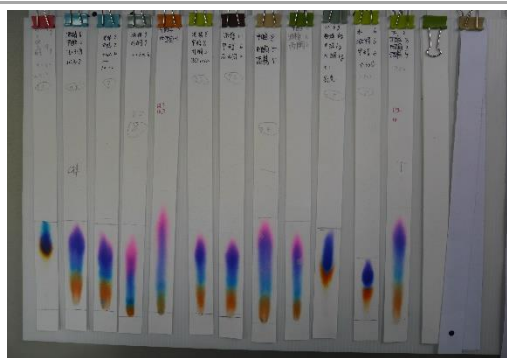
3. 觀察記錄:



配置不同比例溶劑



色層分離效果




不同溶劑比例層析結果

4. 不同溶劑比例的顏色分離效果

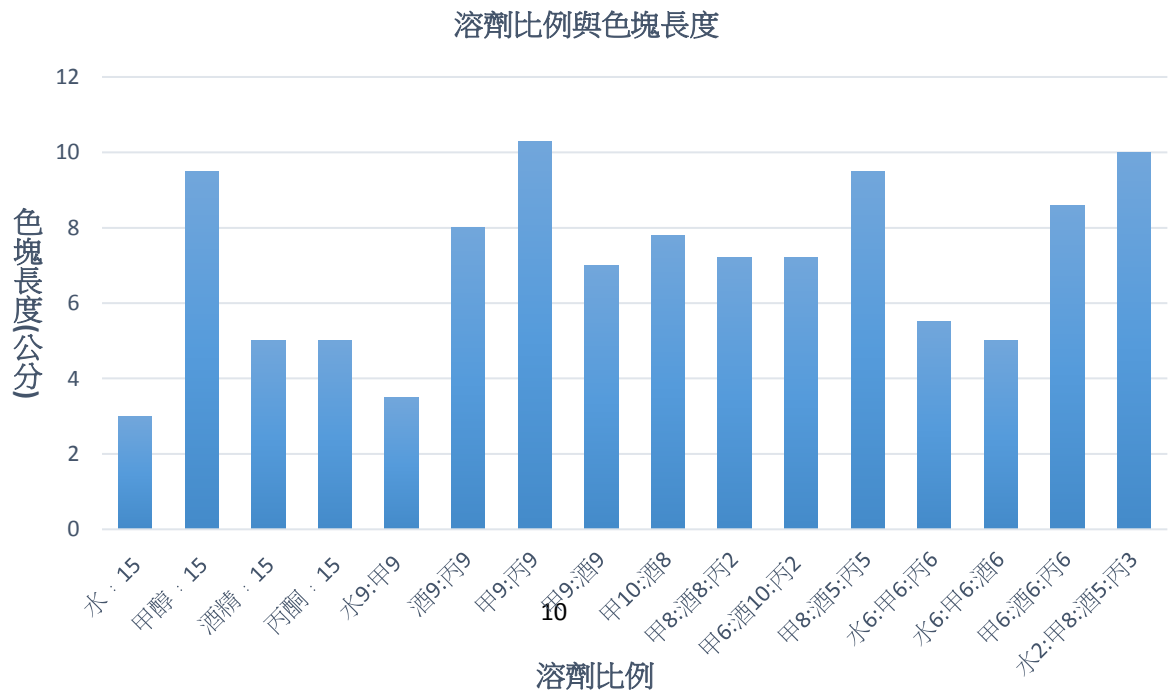
| 編號 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|----|---|----|---|---|---|
| 溶劑 比例 (g) | 水 | 9 | | | | |
| | 甲醇 | 9 | 10 | 9 | | 9 |
| | 酒精 | | 8 | 9 | 9 | |
| | 丙酮 | | | | 9 | 9 |
| 圖片記錄 | | | | | | |

| | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------|
| 色塊長度 (cm) | 3.5 | 7.8 | 7 | 8 | 10.3 |
| 觀察記錄 | 溶劑高度:10.2cm 顏色:橙、藍、紫 黑點完全消失 | 溶劑高度:10cm 顏色:橘、黃、綠、藍、紫、粉 黑色圓點模糊 | 溶劑高度:8cm 顏色:橘、黃、綠、藍、紫、粉 黑色圓點模糊 | 溶劑長度:8.5 顏色高度:8 顏色:棕、綠、藍、紫、粉(超多) | 棕、黃、綠、藍、紫、粉，紫色和藍色較長，整體較不平均。 |

| 編號 | | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ |
|----------|---|--|--|-------------------------------|--|--|---|
| 溶劑比例 (g) | 水 | | | | 6 | 6 | |
| | 甲醇 | 8 | 6 | 8 | 6 | 6 | 6 |
| | 酒精 | 8 | 10 | 5 | | 6 | 6 |
| | 丙酮 | 2 | 2 | 5 | 6 | | 6 |
| 圖片記錄 | | | | | | | |
| 色塊長度 | 7.2 | 7.2 | 9.5 | 5.5 | 5 | 8.6 | |
| 觀察記錄 | 溶劑高度:7.8cm 顏色:粉紅、紫、藍、綠、橘、黃。邊緣清楚。顏色鮮豔。顏色直接從黑點開始。顏色分層不明顯。粉紅色很明顯。 | 溶劑高度:7.8cm 顏色:黃、橙、綠、藍、紫、粉 如果有加酒精的話，尖端大部分都是粉紅色。 | 顏色:棕、黃、綠、紫、粉、藍。 原點變棕色。邊緣毛毛的。粉紅色不明顯。 | 顏色排列位置: 黃、橙、藍、紫。原點不見了，顏色較為鮮豔。 | 溶劑高度:7.7cm 出現顏色: 黃、橘、咖啡、藍、紫、粉紅。黑點完全消失。邊緣模糊。顏色明顯、鮮豔。顏色離消失的黑點約1公分 | 溶劑高度:9cm 順序: 紫、棕、粉、綠、黃、藍、顏色最後排列位置: 橙、黃、綠、藍、紫、粉。 | |

| | | |
|-----------------|--------------------------------|--|
| 編號 | | ⑫ |
| 溶劑 比例 (g) | 水 | 2 |
| | 甲醇 | 8 |
| | 酒精 | 5 |
| | 丙酮 | 3 |
| 圖片記錄 | |  |
| 色帶長度 | 10 | |
| 觀察記錄 | 黃、橘、綠、藍、紫、粉，顏色長度較為平均，原點幾乎看不見了。 | |

5. 不同溶劑比例的色塊長度



6. 討論：

- (1) 水特點：色塊較短，且會往上移。遠離黑色點後才開始出現色帶。
- (2) 甲醇溶劑特點：色塊長度長，且分離出較多顏色，邊緣模糊好像有小羽毛，丙酮分離出的顏色較少，但邊緣顏色界線清楚，沒有小羽毛，有去邊的效果。
- (3) 酒精溶劑的特點
 - (3.1) 顏色較深
 - (3.2)分出的顏色大部分是由黃>橙>綠>藍>紫>粉。
 - (3.3)頂端會出現粉紅
 - (3.4)甲醇+酒精會有綠色，加水綠色會不見，或不明顯。
- (4) 丙酮溶劑特點：
 - (4.1)分離出的顏色較少，邊緣顏色界線清楚，沒有小羽毛，有去邊的效果。
- (5) 共同發現：
 - (5.1)不論哪個溶劑都會出現藍、橘色。
 - (5.2)藍紫色的面積最大。
 - (5.3)有加水的色塊長度依序是 3.5(水加甲醇)、5(水、酒精、甲醇)、5.5(水、甲醇、丙酮)。有加水分離出色塊的長度有較短傾向。
 - (5.4)時間增加，顏色色帶會拉長，但顏色變淡且位置不變。
 - (5.5) 分離最先出現的顏色通常是紫色。
- (6) 溶劑比例以水:甲醇:酒精:丙酮=2:8:3:5 所分離出的顏色較平均、鮮豔，色塊長度 10 公分，原始黑點不明顯，顏色已完全分離等優點。
- (7) 顏色分離時出現的順序不等於最後顏色排列的位置，顏色出現的順序與位置排列有什麼關係嗎？

測試實驗(三)顏色分離時與顏色排列順序間的關係。

1. 方法：在黑色分離過程中，記錄它出現的顏色，與最後的排列的順序。顏色代號：黑(k)、褐(B)、紫(V)、藍(B)、粉紅(PR)、黃(Y)。

2. 觀察記錄：

測試(1)：水、酒精、甲醇、丙酮等溶劑在 2:8:5:3 比例下混合成的溶劑，黑色顏色分離時出現的顏色順序。紫色=> 咖啡(橘) =>藍色=>粉紅=>黃色=>綠色

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 粉紅 |
| | | | | | | | | | | 粉紅 | 粉紅 | 紫 | 紫 |
| | | | | | | | | 粉紅 | 粉紅 | 紫 | 紫 | 藍 | 藍 |
| | | | | | | 紫 | 紫 | 紫 | 紫 | 藍 | 藍 | 綠 | 綠 |
| | | 紫 | 紫 | 紫 | 紫 | 藍 | 藍 | 藍 | 藍 | 黃 | 黃 | 黃 | 黃 |
| 黑 | 黑 | 黑 | 黑 | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) | 咖啡(橘) |

測試(2)溶劑比例： 甲醇： 丙酮= 9： 9， 黑色顏色分離時出現的顏色順序

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|----|---|----|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 粉紅 |
| | | | | | | | | | | | 粉紅 | 紫 | 紫 |
| | | | | | | | | 粉紅 | 紫 | 藍 | 藍 | 綠 | 藍 |
| | | | | | | 紫 | 紫 | 紫 | 藍 | 藍 | 黃 | 黃 | 綠 |
| | | 紫 | 紫 | 紫 | 紫 | 藍 | 藍 | 藍 | 黃 | 黃 | 黃 | 黃 | 黃 |
| | K | 黑 | 黑 | 棕 | 棕 | 棕 | 棕 | 棕 | 棕 | 棕 | 棕 | 棕 | 棕 |

3. 結果：

- (1) 顏色分離順序與最後位置的關係： 位置由下而上最後都是： 橘綠藍紫粉紅。都是紫色先出現。位置的排列很像彩虹： 紅橙黃綠藍紫。
- (2) 顏色出現順序： 紫色=> 咖啡(橘) =>藍色=>粉紅=>黃色=>綠色。
- (3) 分析出的粉紫色，是由粉紅色和藍色所組成的，因此從原本的粉紫色，分出粉紅和藍色；分析出的綠色，則是由黃色和藍色所組成的，因此黃和藍出現時，就結合出了綠色。

由以上三個測試實驗後發現： 1.顏色分離的效果除了與溶劑種類、品牌有關之外，實驗過程中觀察到色層分離顏色全部出現後，再持續浸泡，色塊會漸漸延展拉長，色層會更明顯，因此色層分離效果與浸泡時間是否有關係呢？另外，紙張種類是否也會影響其色層分離的效果呢？ 2.色塊在分離時發現到顏色出現的順序，與最後排列的位置似乎也有固定的順序和位置。因此，以下對於在測試實驗裡的發現進行重複的實驗探討，更進一步確認會影響顏色分離效果的因素。

二、探討黑色、紫色、綠色、橘色分離的順序與排列位置關係

(一)方法： 從濾紙底部 2 公分處，畫 0.5cmX2cm 的長方形，使用水 2 公克、甲醇 8 公克、酒精 5 公克，丙酮 3 公克的溶劑比例，觀察並記錄在顏色分離時出現的順序。利用手機 App-Color grab 軟體，辨識出最後分離時的顏色。

(二)變因控制：

| 操縱變因 | 不變變因 | 應變變因 |
|--------------------|---|-----------|
| 彩色筆顏色 (黑、紫、綠、橘) | ①彩色筆品牌： SKB-CW-76 ②紙： 實驗用濾紙 ③溶劑比例： 水 2g 甲醇 8g 酒精 5g 丙酮 3g ④起點形狀、大小： 長方形(0.5cm X2cm) ⑤浸泡時間： 30 分 ⑥溶劑體積 22~23ml | 顏色出現順序、位置 |






(三)過程觀察記錄

1.色塊展開與溶劑長度

| 顏色 | 紫色 | | | | 綠 | | | | 橘 | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 實驗次數 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 圖片記錄 | | | | | | | | | | | | |
| 色塊長度 (cm) | 7.8 | 8.1 | 8.5 | 7.9 | 7.8 | 7.9 | 8.5 | 8 | 6.3 | 5.5 | 5.9 | 6.6 |
| 溶劑長度 (cm) | 8.2 | 8.2 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 7.9 | 8.8 | 8.2 | 7.2 | 7.2 | 7.4 | 7.3 |
| 顏色 | 黑色 | | | | | | | | | | | |
| 實驗次數 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | |
| 圖片記錄 | | | | | | | | | | | | |
| 色塊長度 (cm) | 7.1 | 7.3 | 7.6 | 6.9 | | | | | | | | |
| 溶劑長度 (cm) | 7.1 | 7.3 | 7.6 | 6.9 | | | | | | | | |

2.紫、綠、橘、黑顏色分離時出現的順序與位置

(1.1) 紫色

| 出現順序 | 0 | | 1 | | 2 | |
|------|---|---|---|---|---|---|
| 量筒編號 | ABCD | | ABCD | | ABCD | |
| | | |  | 紫 |  | 粉 |
| |  | 紫 |  | 粉 |  | 紫 |







(1.2) 結果與討論：一開始粉紅色在紫色的下方，但最後粉紅色移至紫色的上方，原本的紫色在最下面，最後才在紫色的下方發現不明顯的藍色。原本畫的紫色幾乎不清楚了，溶劑把分析出的顏色全部帶上去了。使用 app 辨識顏色：出現較大面積的粉紅，和不明顯的紫色。由此可知這種彩色筆是比較偏粉的紫色。藍色被粉紅色蓋過去。此種粉紫色彩色筆不完全是由藍色、紅色所調製而成。

(2.1) 綠色

| 出現順序 | 0 | | 1 | | 2 | | 3 | |
|------|--|---|--|---|--|---|--|---|
| 量筒編號 | ABCD | | ABCD | | ABCD | | ABCD | |
| | | | | |  | 藍 | | |
| | | |  | 綠 |  | 綠 |  | 藍 |
| |  | 綠 |  | 黃 |  | 黃 |  | 黃 |

(2.2) 結果：先出現黃色，在綠色的下方，接著就出現藍色在綠色的上方。溶劑一樣有把顏色往上帶，只是帶的不高，最後，原本的綠色面積變小，不明顯，只剩藍色與黃色。黃與藍的顏色長度接近。使用 app 辨識顏色：出現明顯的黃色、藍色。比較符合色彩混色的原理，綠色是由黃色、藍色混合而成。

(3.1) 橘色

| 出現順序 | 0 | | 1 | | 2 | |
|------|---|---|---|---|---|----|
| 量筒編號 | ABCD | | ABCD | | ABCD | |
| | | | | |  | 粉橘 |
| | | |  | 橘 |  | 橘 |
| |  | 橘 |  | 黃 |  | 黃 |

(3.2) 結果：一開始，橘色的下方先出現不明顯的黃色，接著在橘色的上方出現了粉紅和橘色。溶劑將顏色帶上去，但不高，最後原本畫的橘色已經看不清楚了。使用 app 辨識顏色：出現黃色、橘色、粉橘色。但是黃色不明顯。最後上方粉橘色面積較大，是比較偏粉的橘色。

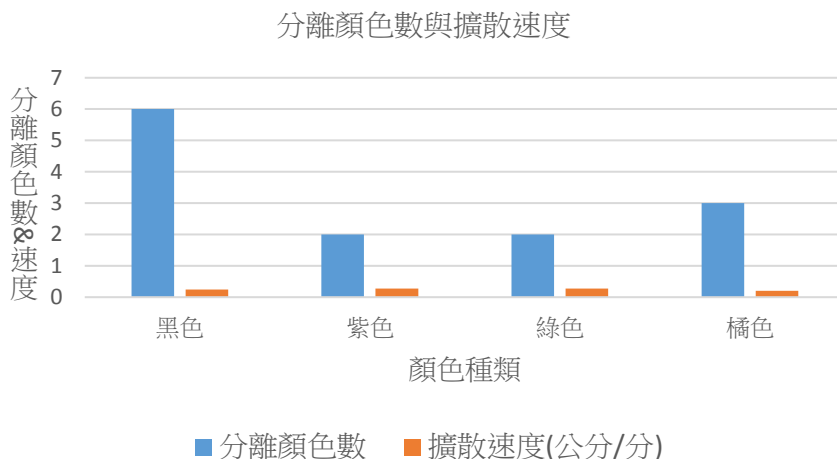
(3.3) 討論：

原本假設紫色會分離出現紅與藍的顏色，但最後只有不明顯的紫色與粉色。推測這是偏粉紅色紫色。紫色在黑色的分離效果中，幾乎都在上半部，所以在紫色的分離效果中，此顏色仍然出現在上半部。橘色在黑色的分離效果中，幾乎都在下半部的位子，所以在橘色的分離效果中，此顏色仍然出現在下半部。

②紫色出現後，分出藍與粉紅色。咖啡橘先分出了黃，並同時和後來出現的藍色混成綠色，所以綠色出現，但不是很明顯。最後，黑色分出咖啡橘、黃、綠、藍、紫、粉紅色。

4. 分離顏色數量與往上擴散速度比較

| | 黑色 | 紫色 | 綠色 | 橘色 |
|------------|------|------|------|------|
| 分離顏色數 | 6 | 2 | 2 | 3 |
| 色塊平均長度 | 7.23 | 8.07 | 8.05 | 6.08 |
| 擴散速度(公分/分) | 0.24 | 0.27 | 0.27 | 0.20 |



- (1) 結果與發現：黑色分離出的顏色數較多。橘色向上分離的速度稍慢。
- (2) 討論：色層向上擴散的速度與顏色裡所混合的顏色數量無關，黑色分離的顏色較多，但向上擴散的速度並沒有比較快。

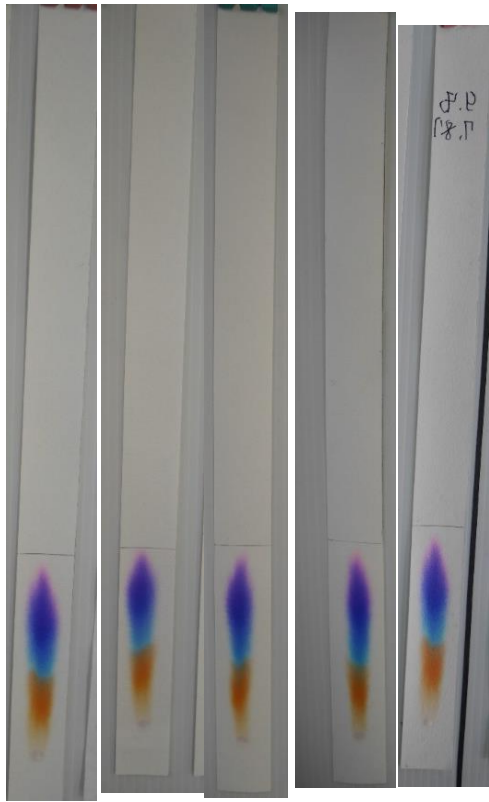
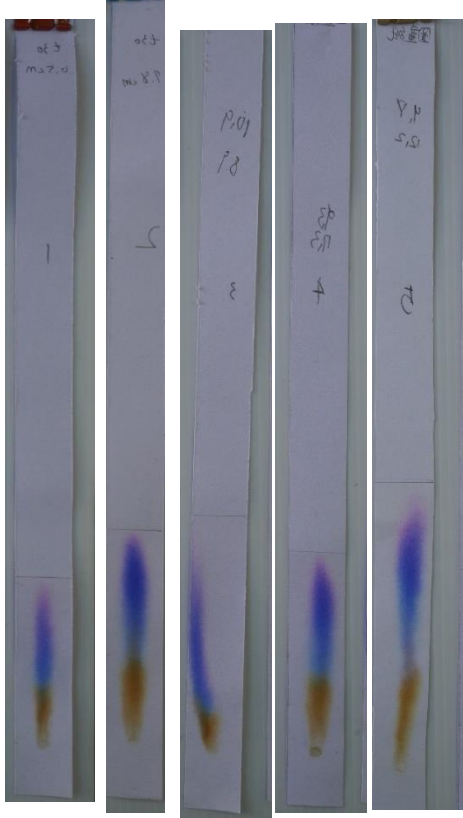
三、探討不同紙張種類與顏色分離效果間的關係。

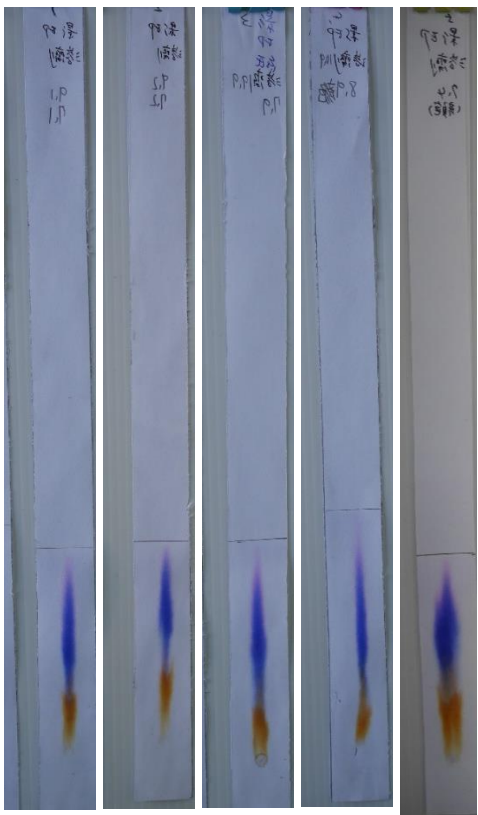
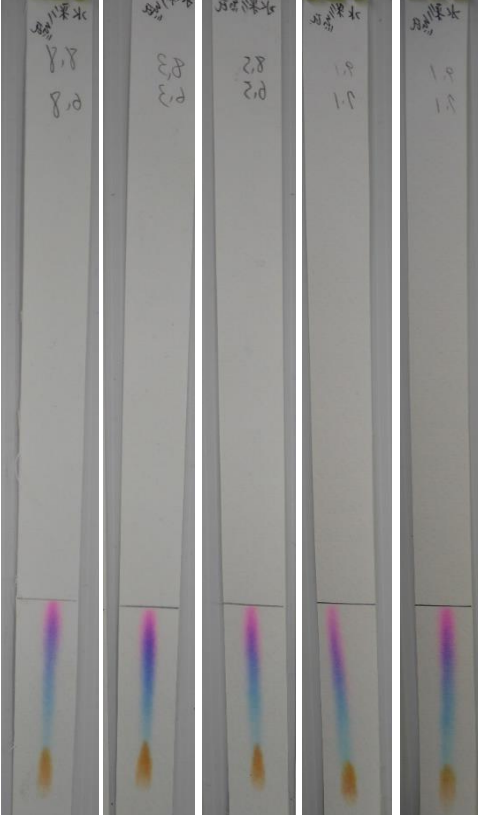
(一)方法：在濾紙、圖畫紙、影印紙、水彩紙、宣紙下方約 2 公分處，畫上黑點，觀察記錄顏色分離的效果。利用手機 App-Color grab 軟體，確認辨識分離出的色彩種類。

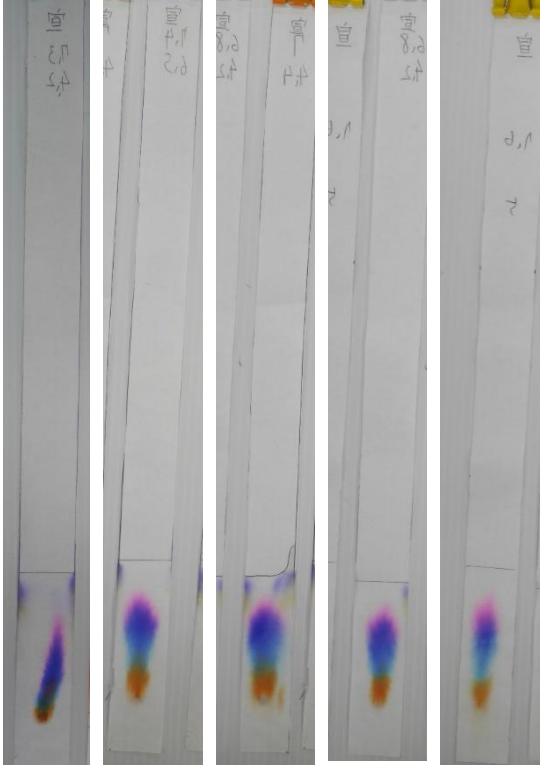
(二)變因控制：

| 操縱變因 | 不變變因 | 應變變因 |
|------|--|------|
| 紙張種類 | ①彩色筆品牌 SKB-CW-76 ②顏色：黑色 ③溶劑比例：水 2g 甲醇 8g 酒精 5g 丙酮 3g ④黑點形狀、大小 ⑤分離時間：30 分 | 分離效果 |

(三)過程記錄:

| 紙張種類 | | 濾紙 | | | | | 圖畫紙 | | | | |
|------|-----------|--|-----------|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|------|
| 圖片記錄 | |  | | | | |  | | | | |
| | | 實驗次數 | 色塊長度 (cm) | 7.7 | 7.2 | 7.6 | 7.5 | 7.8 | 6 | 7.8 | 8.9 |
| | 溶劑長度 (cm) | 7.8 | 7.2 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 6.5 | 7.8 | 8.9 | 7.3 | 10.2 |
| 觀察記錄 | | 顏色出現順序:紫、咖啡、橙、粉、藍、綠。溶劑體積:20-22.5ml 濾紙特性:溶劑長度比較長，顏色鮮豔，顏色出現較多。 | | | | | 顏色出現:垂直上升。顏色排列順序:黃、橘、藍、紫、粉。黑點不明顯，顏色和濾紙的顏色相近但較淡。 | | | | |

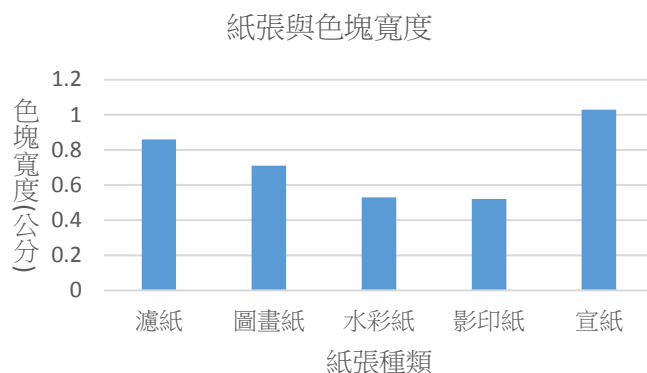
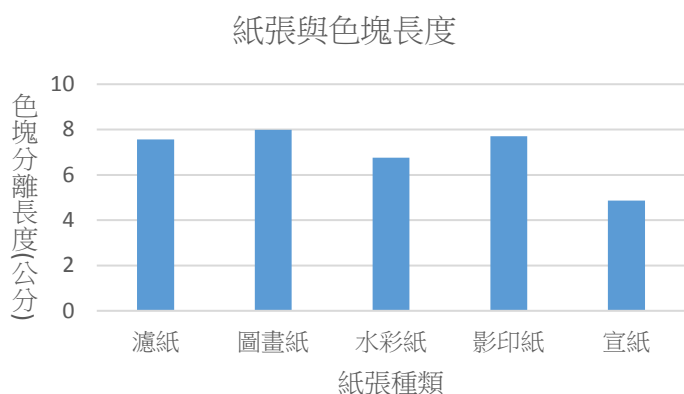
| 紙張種類 | | 影印紙 | | | | | 水彩紙 | | | | |
|------|-----------|--|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|
| 圖片記錄 | |  | | | | |  | | | | |
| | | 7.1 | 7.2 | 7.9 | 8.9 | 7.4 | 6.8 | 6.3 | 6.5 | 7.1 | 7.1 |
| 實驗次數 | 色塊長度 (cm) | 7.1 | 7.2 | 7.9 | 8.9 | 7.4 | 6.8 | 6.3 | 6.5 | 7.1 | 7.1 |
| | 溶劑長度 (cm) | 7.1 | 7.2 | 7.9 | 8.9 | 7.5 | 6.8 | 6.3 | 6.5 | 7.1 | 7.1 |
| 觀察記錄 | | 顏色出現順序:紫、棕、黃、橙、粉紅。顏色排列順序:黃、橘、棕、藍、紫、粉。溶劑:23-24ml 色帶尖、細、長。黑點不明顯。顏色寬度窄。 | | | | | 顏色出現順序:咖啡橘、紫、黃、藍、粉。顏色排列順序:橘、黃、藍、紫、粉紅。溶劑:21-22 ml。水彩紙的顏色鮮艷。黑點不明顯。色塊邊緣平整。顏色分層明顯。水彩紙較厚,不易吸水。 | | | | |

| 紙張種類 | | 宣紙 | | | | |
|------|-----------|--|-----|-----|-----|-----|
| 圖片記錄 | |  | | | | |
| | | 4.2 | 5.4 | 4.4 | 4.2 | 5 |
| 實驗次數 | 色塊長度 (cm) | 4.2 | 5.4 | 4.4 | 4.2 | 5 |
| | 溶劑長度 (cm) | 5.3 | 6.5 | 5 | 4.8 | 5.6 |
| 觀察記錄 | | <p>分出黃、橘、藍、紫、粉，-而且一開始幾乎都是模糊不清，再放的時候，也因為宣紙又薄又輕，所以很難固定。</p> <p>顏色出現順序:紫、橘黃、粉、藍、綠</p> <p>顏色位置:橘黃、綠、藍、紫、粉</p> <p>溶劑的位置高於顏色位置</p> <p>原本的黑點變成分析出的顏色，如果黑點接觸到水面，可能會造成顏色混在一起。</p> | | | | |

(四)色塊分離的長度與寬度

| 實驗次數 | 不同紙張種類色塊分離長度(cm) | | | | |
|------|------------------|------|------|-----|------|
| | 濾紙 | 圖畫紙 | 水彩紙 | 影印紙 | 宣紙 |
| 1 | 7.8 | 6.5 | 6.8 | 7.1 | 4.2 |
| 2 | 7.7 | 7.6 | 6.3 | 7.2 | 6.5 |
| 3 | 7.2 | 8.7 | 6.5 | 7.9 | 4.4 |
| 4 | 7.6 | 7.3 | 7.1 | 8.9 | 4.2 |
| 5 | 7.5 | 9.8 | 7.1 | 7.4 | 5 |
| 平均 | 7.56 | 7.98 | 6.76 | 7.7 | 4.86 |

| 實驗次數 | 不同紙張種類色塊寬度(cm) | | | | |
|------|----------------|------|------|------|------|
| | 濾紙 | 圖畫紙 | 水彩紙 | 影印紙 | 宣紙 |
| 1 | 1 | 0.55 | 0.6 | 0.4 | 0.65 |
| 2 | 1.05 | 0.75 | 0.5 | 0.5 | 1.2 |
| 3 | 0.85 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 1.35 |
| 4 | 0.75 | 0.8 | 0.5 | 0.35 | 1.05 |
| 5 | 0.65 | 0.85 | 0.55 | 0.85 | 0.9 |
| 平均 | 0.86 | 0.71 | 0.53 | 0.52 | 1.03 |



(五)結果:

1. 濾紙分離出的色塊長，顏色明顯鮮艷。圖畫紙的色塊最長，顏色深，邊緣有細毛狀。水彩紙的色塊很細，顏色淡。影印紙也很細。宣紙顏色短、粗，較鮮艷，顏色最多，黑點不明顯，綠色明顯。
2. 分離出色塊最長的是圖畫紙，7.98 公分，最短的是宣紙，4.86 公分；色塊最寬的是宣紙，1.03 公分，最細的是影印紙，0.52 公分。
3. 五種紙張分離出的顏色約 5 ~ 6 種，沒有太大的差別。濾紙分出的顏色較鮮艷，色塊長度也長。

(六)討論：不同的紙張種類會影響色層分離的色塊長度與寬度。其中宣紙色塊最短最寬，我們推測與紙張的吸水性有關，宣紙孔隙較小，纖維密，比其它類紙張對實驗中的溶劑有較佳的吸附性，所以將顏料吸住，導致色塊上不去，所以長度比其它類紙張短。

四、探討溶劑比例與色塊長度間的關係。

(一)方法:

依據測試實驗(二)結果中，取結果較長的溶劑比例，重複實驗進一步探討分離黑色圓點的色塊長度效果。

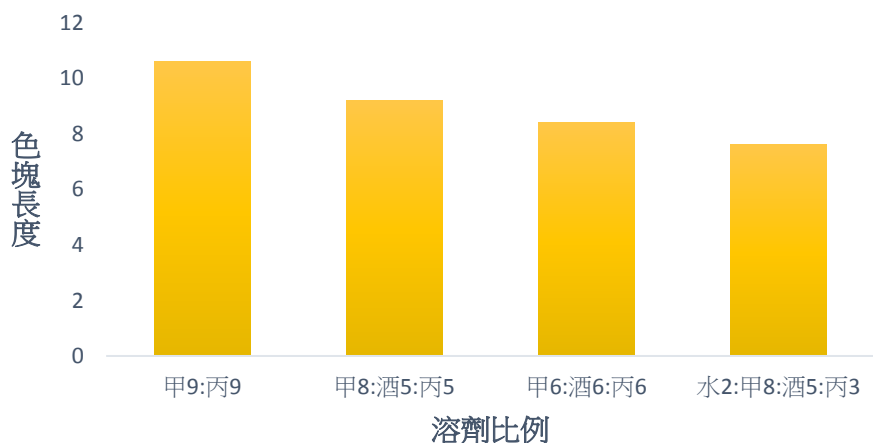
(二)變因控制:

| 操縱變因 | 不變變因 | 應變變因 |
|------|---|------|
| 溶劑比例 | ①彩色筆品牌: SKB-CW-76 ②顏色: 黑色 ③紙張: 濾紙 ④起始點形狀、大小 ⑥溶劑體積:22 ~ 23ml。 | 色塊長度 |

(三)實驗過程記錄

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|---|------|------|----|---|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|
| 溶劑比例 (g) | 水 | | | | | | | | | | | | | 2 | | | |
| | 甲醇 | 9 | | | | | 8 | | | | | 6 | | | | | 8 |
| | 酒精 | | | | | 5 | | | | | 6 | | | | | 5 | |
| | 丙酮 | 9 | | | | | 5 | | | | | 6 | | | | | 3 |
| 實驗次數 (4次) | 色塊長度 (公分) | 10.5 | 10.3 | 11.4 | 10 | 8.6 | 9.3 | 9.5 | 9.2 | 8.5 | 8.5 | 8.1 | 8.3 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.8 |
| | 平均 | 10.55 | | | | 9.2 | | | | 8.35 | | | | 7.56 | | | |
| 圖片記錄 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 觀察記錄 | | <p>順序: 紫、粉紅、黃與藍幾乎同時出現(黃快一些)、綠較慢出現。 顏色位置: 黃、綠、藍、紫、粉紅。 溶劑體積: 22 ~ 23ml。</p> | | | | <p>出現順序: 紫、咖啡橘、藍、粉、綠 顏色位置: 橙、藍、紫、粉 溶劑體積: 23ml</p> | | | | <p>出現順序: 紫、咖啡橘、粉紅與藍同時、綠。 顏色位置: 橘、綠、藍、紫、粉紅 溶劑體積: 22ml</p> | | | | <p>顏色出現順序: 紫、咖啡橘、橙、粉、藍、綠。 顏色位置: 黃、橙、藍、紫、粉 溶劑體積: 20-22.5ml</p> | | | |

溶劑比例與色塊長度



(四)結果與討論

1. 全部顏色出現後，顏色會擠在一起，長度一開始較短，會隨著時間慢慢拉長。
2. 出現順序：紫、咖啡橘、藍、粉紅、綠。藍、粉紅色幾乎同時，藍色稍微快一些。
3. 溶劑、色塊長度一開始上升快，後來上升的速度會變慢。
4. 有丙酮的溶劑，粉紅色較明顯。
5. 黑色的原點變成咖啡色，且比不加水的溶劑明顯。
6. 溶劑比例以甲醇 9 克、丙酮 9 克，體積 22 ~ 23ml 的色塊平均長度最長 10.25 公分。

五、探討浸泡溶劑時間與色塊長度間的關係。

(一)方法：

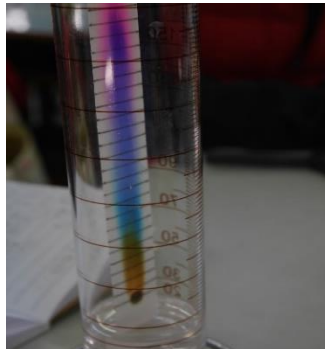
在濾紙的背面從底下 2 公分開始，用鉛筆每隔 0.5 公分畫一橫線，畫 50 格，共 25 公分。在濾紙正面 2 公分處用黑色彩色筆點上一個黑點。浸泡在甲醇 9 克，丙酮 9 克的溶劑內，每 5 分鐘記錄色塊上升的高度，共浸泡 60 分鐘。

(二)變因控制：

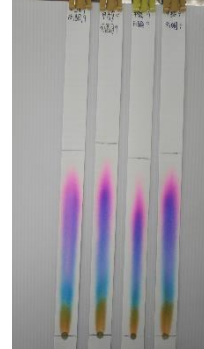
| 操縱變因 | 不變變因 | 應變變因 |
|--------|--|------|
| 浸泡溶劑時間 | ①彩色筆品牌 SKB-CW-76 ②顏色：黑色 ③紙張：濾紙 ④起始點形狀、大小 ⑤溶劑比例：甲醇 9 克，丙酮 9 克 ⑥溶劑體積:22 ~ 23ml。 | 色塊長度 |



在濾紙上畫出 0.5 公分間隔的橫線刻度



浸泡在溶劑中



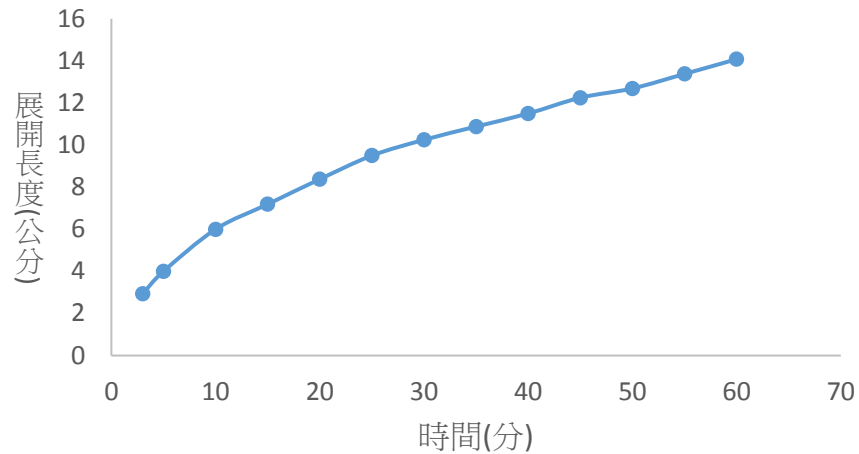
最後顏色分離的結果

(三)實驗過程記錄

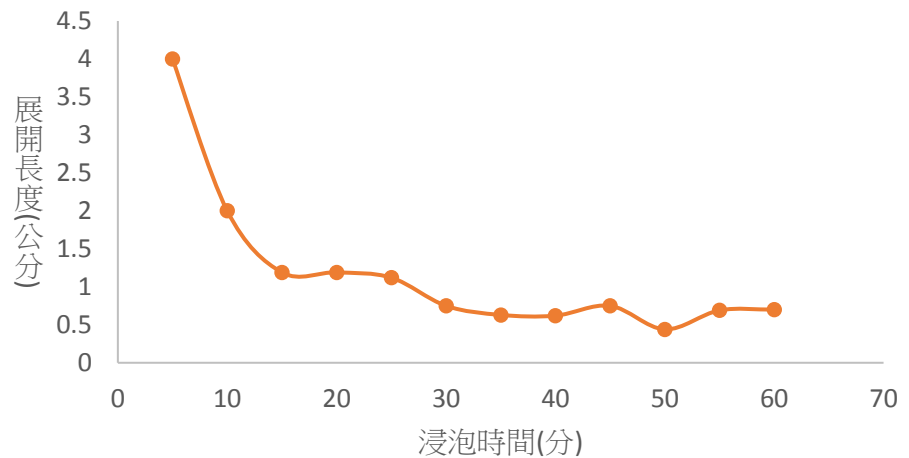
| 浸泡時間(分) | 色塊長度(公分) | | | | 平均 |
|---------|----------|------|------|-----|-------|
| | 實驗次數 | | | | |
| | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | |
| 3 | 2.75 | 3 | 3 | 3 | 2.94 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 10 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 15 | 7 | 7.25 | 7.5 | 7 | 7.19 |
| 20 | 8 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.38 |
| 25 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| 30 | 10 | 10.5 | 10.5 | 10 | 10.25 |

| | | | | | |
|----|------|------|------|-------|-------|
| 35 | 10.5 | 11 | 11 | 11 | 10.88 |
| 40 | 11 | 11.5 | 12 | 11.5 | 11.5 |
| 45 | 12 | 12 | 12.5 | 12.5 | 12.25 |
| 50 | 12 | 13 | 13 | 12.75 | 12.69 |
| 55 | 13 | 13.5 | 13.5 | 13.5 | 13.38 |
| 60 | 13 | 14.5 | 14.5 | 14.3 | 14.08 |

色塊展開平均長度



色塊間隔時間內展開平均長度



(四)結果與發現:

1. 時間增加，色塊展開的長度也會跟著拉長。一開始上升的高度較多，約 15 分後色塊長度增加越來越少。
2. 顏色出現順序：紫、粉紅、黃、藍、綠。約 6 分鐘顏色全部出現
3. 顏色最後排列位置：黃、綠、藍、紫、粉紅。

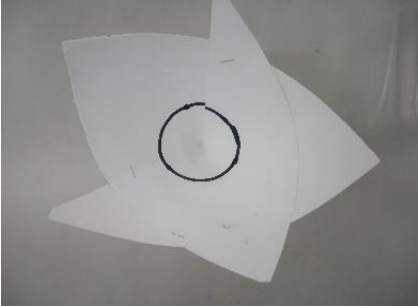

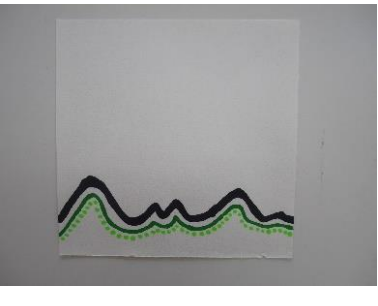
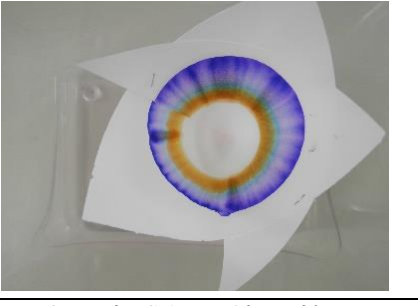

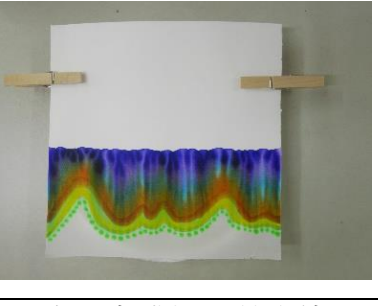
六、探討利用顏色分離技術作畫的應用。

(一)器材：濾紙、甲醇、丙酮、滴管、衛生紙、玻璃量杯、口罩

(二)方法：

1. 將濾紙裁成 20 * 20 的正方形。在正方形濾紙上畫圖後，平放在桌上。
2. 以 9 克甲醇，9 克丙酮的比例配製溶劑。
3. 作畫方式：
 - (1)直立擴散：將濾紙直立浸泡在配製的溶劑裡。
 - (2)水平擴散：將溶劑用滴管滴在濾紙的圖畫上。

(三)過程記錄

| 方式 | 直立擴散作畫 | | |
|-------|---|---|---|
| 彩色筆型號 | SKB-CW- 180 | SKB-CW- 76 . CW- 180 | SKB-CW- 180 |
| 擴散分離前 |  |  |  |
| 擴散分離後 |  |  |  |
| 觀察發現 | 分出了咖啡橘，綠，藍，紫，但是沒有像之前一樣分出粉紅色、黃色，所以我推測可能是因為彩色筆的型號不同。 | 一開始正面向下放，有分出了咖啡局和藍色和綠色和紫色及粉紅色，但因為溶劑已經無法再上升，所以倒過來放，發現出現的顏色只有紫色和黃色及粉紅色，我推測是因為我用兩種不同型號的黑色，才使得分出的效果有些許顏色差異。 | 分出了咖啡橘，螢光綠，螢光黃，藍，靛，紫，螢光綠碰到溶劑後，外圍會出現螢光黃，浸泡完後，黑變成咖啡橘，綠變成黃色。因為螢光綠點分出的顏色和黑色分出的顏色重疊，造成圖畫的顏色變深。 |

| 方式 | 水平式擴散作畫 | |
|-----------|--|---|
| 彩色筆 型號 | SKB-CW- 180 | SKB-CW- 180 |
| 擴散分離前 |  |  |
| 擴散分離後 |  |  |
| 觀察發現 | 一開始我決定使用許多不同的顏色，但是簡單的線條去作畫，發現螢光黃及螢光綠較難分出色彩，黑色只分出紫色和粉色，推論同個品牌、不同型號的彩色筆會有不同的效果。 | 我用點的方式來作畫，結果整張紙就暈散開來了。點的比較密集，顏色就會整個糊在一起。原本的咖啡暈開後出現藍色、紫暈開後出現粉紅色；其它的紅、橙、螢光黃、綠、藍暈開後沒有產生其它顏色。 |

(四)結果與發現：

- 水平：失誤率高，但成功分出顏色時，效果比直立好。
 - 黑色：咖啡橘、紫等 2 種顏色。螢光綠：螢光黃。淡綠：綠
 - 螢光綠：外圍會出現螢光黃。黑：咖啡橘、紫。深綠：藍色、黃色。灰：藍色。紫：粉紅色。
- 直立：只有往上擴散，容易預測結果，成功率高。擴散到一個高度就上不去，作畫的範圍有限。
 - 黑色：咖啡橘、綠、藍、紫、粉紅。螢光綠：螢光黃。綠：黃。
- 直立作畫分出的顏色比水平多。
- 溶劑作畫技巧：用簡單的線條、點作畫，顏色不能太多、太密集。顏色的選擇以黑、藍、紫、綠、橘、咖啡等深色為主。
- 水平擴散時出現的顏色較少，直立浸泡時出現的顏色較多，黑色比之前實驗時分離出的顏色少。因為黑色彩色筆墨水不夠，所以拿了相同品牌不同型號(CW- 180)的黑色彩色筆作畫，推測不同產品的型號黑色分離的效果也會不同。

七、相同品牌不同產品型號的彩色筆與顏色分離的效果間的關係

(一)方法：拿相同品牌不同型號的彩色筆，從濾紙底部 2 公分處，畫 0.5cmX2cm 的黑色長方形，使用甲醇 9 公克、丙酮 9 公克的溶劑比例，觀察並記錄在顏色分離時出現的順序。

(二)變因控制：

| 操縱變因 | 不變變因 | 應變變因 |
|------------------------------------|---|------|
| 不同彩色筆型號 CW-76, CW-180, CW-75 | ①浸泡溶劑時間：30 分 ②顏色：黑色 ③紙張：長條濾紙 ④起始形狀：長方形 ⑤溶劑比例：甲醇丙酮=1:1 ⑥溶劑體積：24ml。 | 分離效果 |

(三)過程記錄

| 型號 | SKB-CW-76 | | | SKB-CW-180 | | | SKB-CL-75 | | |
|----------|---|------|------|--|------|------|---|------|------|
| 色塊長度(cm) | 11.5 | 11.2 | 11.6 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.2 | 10.6 | 10.7 |
| 溶劑長度(cm) | 12.2 | 12.2 | 12.5 | 11.8 | 11.6 | 12.1 | 12.8 | 11.6 | 12.1 |
| 圖片記錄 | | | | | | | | | |
| 觀察記錄 | 分離順序：紫、粉與咖啡橘、綠、藍、黃不明顯。色塊顏色較深。綠色明顯 位置：咖啡橘、綠、藍、紫、粉紅色 | | | 分離出現順序：紫、粉紅、藍、黃、咖啡橘、綠。綠色明顯。綠色與咖啡橘中間有一點點土黃色。咖啡橘下方分出綠色 (29 分 30 秒) 位置順序：咖啡橘、綠、藍、紫、粉紅色 | | | 分離順序：紫 (35 秒)、粉紅色 (1 分)、藍 (3 分 20 秒) 位置順序：黑、藍、紫、粉 粉紅色、紫色分離到最後，都變得較淡。下方多了較深的黑色 | | |

(四)結果與發現：

1. CL-75 分離出的顏色比其它兩個型號少了黃與綠色，色塊顏色較淡，下方仍有黑色殘留，沒有完全分離。分離出的色層效果很像水墨畫。
2. CW-76 與 CW-180 分離出相同的顏色，色塊非常相似。

柒、結論：

- 一、彩色筆顏色分離的效果受到不同溶劑、紙張種類、浸泡時間、品牌型號等因素所影響。
- 二、各種溶劑在濾紙上的特性，以甲醇 9 克與酒精 9 克，1 比 1 混合的比例能分離出最長的色塊，大部分的黑色可以分離出咖啡橘、黃、綠、藍、紫、粉紅色等 6 種不同顏色的色層，且向上分離的速度是先快後慢。
- 三、不同種類的紙張特性會影響色塊分離的長度與寬度。宣紙對黑色顏料的附著力較其它紙張大，所以分離出來的色塊最短。
- 四、顏色的分離順序與排列的位置。

1、黑色分離最後的顏色排列位置，不等於分離的順序。

(1)黑色顏色分離時出現先後依序是：紫 → 咖啡橘 → 粉紅 → 黃 → 綠與靛 → 藍。

(2)最後排列的位置，由下而上：咖啡橘、黃、綠、藍、紫、粉紅色。其中綠色是由黃色與藍色混合形成；紫色是由藍色與粉紅色混合形成(如下圖)。

| 順序 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 (最後位置) |
|------|---|---|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 出現顏色 | 黑 | 紫 | 咖啡橘 | 粉紅 | 黃 | 靛&綠 | 藍 |
| | | | | | | 粉紅 | 粉紅 |
| | | | | | 粉紅 | 紫 | 紫 |
| | | | | 粉紅 | 紫 | 靛 | 藍 |
| | | | 紫 | 紫 | 黑 | 綠 | 綠 |
| | | 紫 | 黑 | 黑 | 咖啡橘 | 咖啡橘 | 咖啡橘 |
| | 黑 | 黑 | 咖啡橘 | 咖啡橘 | 黃 | 黃 | 黃 |

(3)濾紙層析法是根據混合物中不同的物質對固定相(濾紙)的附著力和對流動相(溶劑)不同的親和性而分離出來。研究中 SKB(CW-76)黑色分離到最後顏色由下而上停留的位置來看，最上層位置的粉紅色對濾紙的附著力較小，而與溶劑有較高的親和性，所以比較喜愛留在溶劑中，因此會移動得最快，離開原點最遠。

- 2、實驗中的紫色只分出粉紅色，所以是較偏粉的紫色。綠色完整的分出黃色與藍色，所以這個綠色是等比例配出來的顏色。實驗中的橘色分出了黃色、橘色、粉橘色，所以是較偏粉的橘色。最後黑色是由粉紅、咖啡橘、黃、綠、藍、紫、粉紅等顏色所組成。
- 3、往上分離的速度與它分離出的顏色數量無關。即有較多顏色混合形成的顏色(如黑色)不會影響它往上分離色層的速度。

五、整理應用層析法作畫的最佳條件如下，除了可以有較佳的作畫效果外，未來也可以考慮應用在檢測各品牌彩色筆裡混合的顏色種類。

| 因素 | 品牌(型號) | 溶劑 | 紙張 | 顏色 |
|------|--|----------------|-------|-----------------|
| 最佳條件 | SKB(CW-76) | 甲醇：丙酮 1 : 1 | 實驗性濾紙 | 黑、紫、綠、橘、咖啡等深色為主 |
| 方式 | 1、使用簡單的線、點、不要密集 2、水平式：失誤率高，容易控制，有時效果比直立式好。 3、直立式：容易成功，分離出的顏色也較多。 | | | |

捌、參考資料及其它：

1. 蔡信行(譯)(2018)。觀念化學(原作者：John Suchocki)。台北市，天下文化。
2. 陳偉民(譯)(2012)。觀念化學小學堂(原作者：艾力克斯·弗斯, 麗莎·葛拉斯彼)。台北市，小天下。
3. 查里斯·泰勒 (2004)。資優生科學百科，第四冊，化學的真相。
4. 陳鴻興, 蕭琇囊 (2018) 圖解現代色彩學。台北市，五南。
5. 陳永發、麥建華。色層分析法及其在化學分析和樣本分離的應用。
6. 楊恩生(2014)。水彩的色彩原理。認識色彩。<https://www.taiwanartist.tw/05album/colour/word05-02.htm>
7. Adgiz adgiz (2018) 設計配色完整攻略：色彩意義、色彩理論、色彩心理學讓您一次擁有！
<https://www.shutterstock.com/zh-Hant/blog/complete-guide-color-in-design>
8. 紙色譜分析，維基百科。<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%BA%B8%E8%89%B2%E8%B0%B1%E6%B3%95>