

奇妙的三原色

初小組化學科第三名

台北市西松國民小學

作 者：張吉甫、夏逸葦

指導教師：鄭瑞春

一、研究動機

在一次科學研習活動裏，我們做了「液體在物體中上升」的實驗。我拿了一張紙條，並在紙條的下端用藍色簽字筆畫了一條橫線，而夏同學是用紅色簽字筆畫了一條橫線，然後放入自己的杯中水裏，使橫線與水面平。頃刻間，怪事發生了，我所畫藍線上的藍色居然隨著水上升，而下面還顯出一道淡紅色；在夏同學所畫的紅線上的紅色也隨水上升，在紅色上面却顯出黃色和橘紅色。當時我們覺得很奇怪，難道這些藍色、紅色不全都是它自己本身的顏色嗎？其他我們日常所用的各種藍、紅、黃等顏色，是不是也都有這種現象呢？這些問題使我們感到非常好奇，同時也產生了許多疑問，我們就去請教老師，並在老師的鼓勵下，進行了下面一連串的實驗。

二、研究目的

- (一)用那一種質料的紙分離色素最好？
- (二)蒸餾水能分離那些三原色的顏料？不能分離那些顏料？
- (三)三原色能被蒸餾水分離成幾種色素？以什麼色素最多？
- (四)酒精、醋酸、氨水等溶劑能分離那些三原色顏料？
- (五)三原色能被酒精、醋酸、氨水等溶劑分離成幾種色素？
- (六)比較各種溶劑的分離速度是不是相同？
- (七)比較色素的移動與溶劑濃度的關係。
- (八)探討色素的移動與時間的關係。
- (九)同種顏料在不同溶劑中被分離的色素其移動情形怎樣？

三、研究設備器材

- (一)用具：色層分析瓶、色層分析管、廣口瓶、量筒、燒杯、玻璃毛細管。
- (二)藥品：蒸餾水、酒精、醋酸、氨水。
- (三)材料：簽字筆、奇異筆、原子筆、染料、墨水、水彩、廣告顏料、色紙、彩色筆、濾紙、棉紙、宣紙、圖畫紙、道林紙。

四、研究過程或方法

- (一)顏料溶液的配製：
 - 1.把色紙剪碎浸在少許蒸餾水中，使紙上的顏料溶入水中，而得到溶液。
 - 2.把水彩及染料摻水攪拌，使其混合均勻成溶液。
 - 3.截斷原子筆芯，擠出裏面的油質，摻酒精混合成溶液。
- (二)色層分離法：
 - 1.將玻璃毛細管的一端蘸吸少許配製的顏料溶液，輕輕點在各種紙類下端 2 公分表面的中央。
 - 2.在色層分析瓶裏注入 200 公撮的蒸餾水、酒精、醋酸或氨水等溶劑使分析紙下端可浸到 1 公分左右。
 - 3.在色層分析管中注入 15 公撮展開液，用軟木塞夾住分析紙放入試管裏塞緊。
 - 4.觀察顏料在紙上移動的情形，並量取及記錄色素移動的時間和距離。

五、實驗結果

(一)比較不同質料紙條的色層分離

(色層分析圖：略)

結果：

- 1.不同質料紙條的色層分離，以濾紙（色層分析紙）最好，色層分離得既清楚，色素又很鮮明；圖畫紙和道林紙在水溶劑裏不

易吸水，無法分離色素。

2. 溶劑以氨水最好，色層的離比其他溶劑清楚，且色素也顯得特別鮮明。

(二) 色素的移動與溶劑的關係

1. 蒸餾水的色層分離

(色層分析圖：略)

結果：

(1) 經蒸餾水分離出來的色素：

勾、紅色顏料以紅、粉紅、黃色為最多，橙色次之。

叉、藍色顏料以藍和紫色為最多，紅色次之。

口、黃色顏料幾乎是黃的，其次為紅和土黃色。

(2) 蒸餾水不容易把三原色的原子筆、奇異筆、水彩、廣告顏料等分離出其他色素。

2. 酒精的色層分離

(色層分析圖：略)

結果：

(1) 經酒精分離出來的色素：

勾、紅色顏料以紅、粉紅為最多，黃和褐色次之。

叉、藍色顏料以藍和紫色最多，淺藍、粉紅次之。

口、黃色顏料幾乎是黃色，並且有些形成色帶狀，其次為土黃和淡紅色。

(2) 酒精能把油性顏料（奇異筆、原子筆）分離出其他色素。

(3) 用酒精分離時，色素在分析紙上移動得很慢。

3. 醋酸的色層分離

(色層分析圖：略)

結果：

(1) 經醋酸分離出來的色素：

勾、紅色顏料以紅、粉紅為最多，黃、橙、褐色次之。

叉、藍色顏料以藍、紫為最多，紅、淺藍、灰色次之。

口、黃色顏料幾乎是黃色，其次為土黃色。

(2) 醋酸能分離原子筆、油性彩色筆等顏料，但不容易分離水彩和廣告顏料。

4. 氨水的色層分離

(色層分析圖：略)

結果：

(1) 經氨水分離出來的色素：

勾、紅色顏料以紅、粉紅、黃色為最多，橙色次之。

叉、藍色顏料以藍和紫色為最多，淺藍和紅色次之。

口、黃色顏料幾乎是黃的，土黃、淡紅次之。

(2) 經氨水分離出來的色素，顯得格外鮮明，且色層又分得很清楚。

(3) 水彩、廣告顏料、原子筆及油性彩色筆等顏料，不容易被氨水分離出來。

(三) 色素的移動與溶劑濃度的關係

(色層分析圖：略)

溶劑：酒精

顏料：蜻蜓藍色筆

單位：公分

色 素 濃 度 距 離	0	20%	40%	60%	80%	100%
藍 色	14.5	12.9	11.5	9.4	8.3	7.7
紅 色	13.3	11.9	10.6	8.5	7.4	6.8
溶 劑	14.5	13.3	11.5	9.4	8.3	7.7

溶劑：醋酸

顏料：利百代紅色筆

單位：公分

色 素 濃 度 距 離	0	20%	40%	60%	80%	100%
橙 色	13.3	11.1	10.1	9.1	7.7	6.9
粉 紅	11.3	9.7	8.8	7.9	7.0	6.2
紅 色	8.9	7.7	7.0	6.4	5.5	5.0
溶 劑	15.4	13.0	11.7	10.5	9.1	8.2

溶劑：氨水 顏料：利百代藍色筆 單位：公分

色素 濃度 距離	0	5.6%	11.2%	16.8%	22.4%	28%
藍 色	18.8	17.7	17.2	16.5	15.8	15.5
紅 色	15.2	14.2	13.7	13.1	12.6	12.2
溶 劑	18.8	17.7	17.2	16.5	15.8	15.5

結果：

酒精、醋酸、氨水等溶劑的濃度愈高，色素的移動距離反而短。

(四) 色素的移動與時間的關係

(色層分析圖：略)

$$\text{色素的移動率} = \frac{\text{色素移動距離}}{\text{溶劑滲透距離}}$$

1. 蒸餾水

顏料：利百代紅色筆

距離單位：公分

色素 移動 率	30 分		60 分		90 分		120 分		150 分	
	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率
橙 色	7.5	0.714	10.1	0.716	11.7	0.713	13	0.714	14.8	0.714
紅 色	6.8	0.647	9.1	0.645	10.5	0.641	11.7	0.643	13.3	0.643
粉 紅	5.3	0.504	7.1	0.504	8.2	0.500	9.0	0.495	10.2	0.493
溶 劑	10.5		14.1		16.4		18.2		20.7	

2. 酒精

顏料：蜻蜓藍色筆

距離單位：公分

色素 移動 率	30 分		60 分		90 分		120 分		150 分	
	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率
藍 色	5.2	1	6.5	1	7.9	1	9.6	1	11.6	1
紅 色	4.9	0.942	6.1	0.938	7.4	0.937	9.0	0.937	10.9	0.939
溶 劑	5.2		6.5		7.9		9.6		11.6	

3. 醋酸

顏料：喜洋洋彩色筆

距離單位：公分

色素 移動率	時間 30 分		60 分		90 分		120 分		150 分	
	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率
橙色	6.2	0.861	7.2	0.857	8.3	0.856	9.8	0.859	11.6	0.859
紅色	5.1	0.708	5.9	0.702	6.8	0.701	8.0	0.702	9.5	0.703
溶劑	7.2		8.4		9.7		11.4		13.5	

4. 氨水

顏料：利百代藍色筆

距離單位：公分

色素 移動率	時間 30 分		60 分		90 分		120 分		150 分	
	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率
藍	10.6	1	13.2	1	16.0	1	17.5	1	19.2	1
紅	9.1	0.858	11.3	0.856	13.4	0.838	14.5	0.829	15.8	0.823
溶劑	10.6		13.2		16.0		17.5		19.2	

結果：

- (1) 經蒸餾水、酒精、醋酸或氨水等溶劑所分離出來的色層，隨時間逐漸的上升。
- (2) 各色層的移動距離，始終保持著一定的比率。

六、結論

(一) 從三原色的各種顏料中可分離出多種色素：

1. 紅色顏料以紅、粉紅、黃色佔得最多，橙色和褐色次之。
2. 藍色顏料以藍和紫色為最多，淺藍和紅色次之。
3. 黃色顏料以黃色最多，其次為土黃和淡紅色。

由此可知三原色是由各原色加其他一種或二種顏色混合而成的。

(二) 不同質料紙條的色層分離，以色層分析紙最好。

(三) 油性彩色筆、原子筆、水彩及廣告顏料，不容易被蒸餾水、氨水等溶劑分離其色素，却能給酒精、醋酸分離出來。

(四) 時間相同，溶劑不同，色素的移動距離就不一樣。如蒸餾水的移

動距離較長，氨水次之，酒精較短。

- (五) 酒精、氨水、醋酸等溶劑的濃度愈高，色素的移動愈慢；濃度愈稀，移動就愈快。
- (六) 色素的移動隨時間逐漸上升，時間愈久，移動愈高。
- (七) 各色層的移動距離，在任何溶劑中始終保持一定的比率。
- (八) 同種顏料在不同溶劑裏被分離出來的色素大致相同，但是有些色素的移動位置却不相同。
- (九) 此次實驗中得知，分離水性顏料的溶劑以氨水為最好，蒸餾水次之；分離油性顏料的溶劑以酒精最好。

七、參考資料

- (一) 國民小學自然科學教學指引第八冊。
- (二) 少年科學實驗室。

評語

本件利用不同質料紙探討不同溶劑等因素對色層分析之關係，研究態度及方法均有系統，科學化，但因此類有關色層分析工作以往參展作品不少，本件研究構想較缺乏創意。