

透過變因探討「紙」色層分析

倪行健

臺中市立長億高級中學

nsc100100@gmail.com

■ 前言

筆者試著以「是否一定要遵循實驗手冊按部就班 (step by step) 地操作實驗？」的想法，取代食譜式的實驗程序，嘗試不局限於「在封閉容器中」、「使用濾紙」、以及「實驗室內的溶劑當展開液」的濾紙色層分析實驗，放手讓學生有自己不同的想法融入此實驗之中。



圖 1：各組學生自行引用不同的紙材和色筆進行層析

各組學生在實驗前先討論、設計，思考在不同材質的紙上（見圖 1），點上不同品牌、不同性質（油性或水性）的不同色筆（見圖 1），放入不同的展開液中（見圖 2），觀其層析狀況（見圖 3），並紀錄之（見附件一和附件二）。因此，筆者將濾紙色層分析的「濾」字去掉，暫稱為「紙」色層分析。



圖 2：展開液部分由老師提供、部分由學生自己攜帶或提出需求

筆者思考：濾紙色層分析一定要用濾紙、制式的展開液...等等嗎？讓學生有更多的參與感，有更多自己想法融入色層分析實驗中，在不同變因下，出現那些不同的實驗結果，並且嘗試解釋其原因。在定性的實驗過程中，除了融入學生的創意、想法及設計元素，首先還可以讓學生試著預測（prediction），各種不同色筆可能隱藏那些顏色（見圖 3）的色素；在不同的展開液中，哪一種展開液的分離效果較佳？...等等。然後，學生開始實驗（experimentation）、觀察（observation）、紀錄（record）。最後，討論與結論（discussion & conclusion）。這種教學更能增添趣味與和變化？並讓相互觀摩的機會？這不也是一種自學、思考、表達的「學思達」呢？

■ 進行實驗

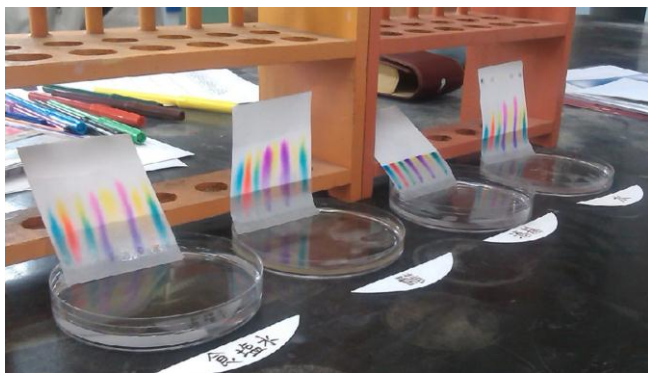


圖 3：在相同的材質紙上，點上相同各色的色筆，在不同展開液中層析的狀況

一. **實驗名稱**：「紙」色層分析—誰的分離效果較佳？

二. **實驗原理**：色層分析法係利用混合物在固定相及移動相中，因溶解度的不同而有不同的分布，亦即為利用不同的親和力來進行分離。

三. **實驗目的**

1. 能利用混合物在固定相和移動相中，因溶解度的不同而有不同來分離混合物（色素）。
2. 瞭解混合物在固定相和移動相中，因溶解度的不同而有不同以達成分離混合物的原理。
3. 培養小組合作和討論的習慣，形成學習共同體，相互欣賞、學習、互助，產生 $1 + 1 > 2$ 的效果。
4. 養成做中學（learning by doing）的習慣，藉以激發出創意與發明的潛能。

四. **實驗方法**：控制變因實驗法 / 分組合作

五. **實驗變因**：紙質、色筆、展開液（見圖 1、2）

六. **實驗探討**

1. 其它條件（實驗變因）都一樣的情況下，哪種展開液的分離效果較佳？
2. 其它條件（實驗變因）都一樣的情況下，哪種顏色的色筆的分離效果較佳？（甚至可探討不同品牌的同色筆層析的差別）
3. 其它條件（實驗變因）都一樣的情況下，哪種紙質上的顏色分離效果較佳？

七. **實驗材料**：所用紙質、大小、形狀、色筆、展開液：各組自訂。

八. **進行實驗**：操作步驟（見圖 4）並紀錄實驗結果、拍攝影片並後製作，繳交。

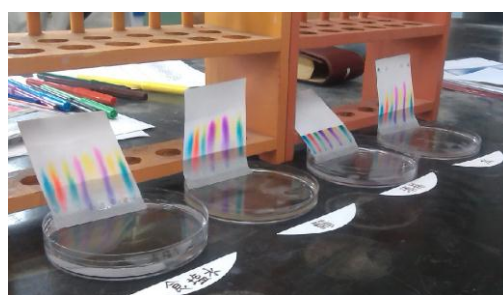


圖 4：色筆點上不同紙材（上）、置入不同展開液（中）和用影像記錄結果（下）

■ 結語

筆者隨想：傳統嚴謹的實驗步驟，就像食譜，只要照本宣科，按圖索驥，自然順理成章，而且彼此差異不大，此種實驗過程少了學生的創意、想法、設計，但多了與眾不同的樂趣和可能產生意想不到的驚艷。因此，這樣的教學方法比食譜式的實驗更有趣。

■ 附件

〔附件一〕

○年○班 化學實驗報告

指導老師：倪行健老師

組長：謝○宏 / 組員：侯○明、盧○靖、游○儁、鄒○岱、謝○婷

一. 實驗內容：水性筆染料的「紙」色層分析

二. 實驗器材

1. 培養皿 5 個
2. 支架 2 個 (為撐住長條狀紙張)
3. 清水、食鹽水、酒精、工業用酒精、食用醋各約 10 mL
4. 至少 4 種紙 (衛生紙、臘面紙、春聯紙、濾紙、雲彩紙) (自備)
5. 至少 6 枝水性筆 (桃紅、粉紅、藍、靛藍、橘、綠、紫、黑) (自備)
6. 剪刀 (自備)
7. 相機 (自備)

三. 實驗方法

1. 先分別倒入實驗用液體於培養皿中 (共

五個)。

2. 把紙剪成條狀並在下方塗二種以上的顏色色塊。
3. 在同一時間把紙底端 (有塗色塊那方) 泡到液體裏。
4. 等紙被液體吸收後，觀察染上去的顏色狀況，並計時。

四. 實驗結果：寫於紙本上繳回。

五. 實驗過程：以照片紀錄實驗結果

A. 五種展開液，如圖 5 所示。



圖 5：酒精、醋、水、食鹽水、工業酒精 (由左至右)

B. 展開液倒入培養皿，如圖 6 所示。



圖 6：醋、酒精、工業用酒精、水、食鹽水置入培養皿中 (由左至右)

C. 色層分析用紙的準備，如圖 7 所示。



圖 7：畫畫剪剪 ing...

D. 主要實驗：濾紙色層分析，如圖 8 所示。

E. 其他紙類的「紙」色層分析，如圖 9 所示。

F. 全員大合照，如圖 10 所示。

六. 心得和感想

A. 侯○明

這次的化學實驗其實有點可惜，因為材料（紙）沒有準備很多種，如果能有更多不同材質的紙，應該可以看到更多有趣的現象，但其實只有幾樣材料，大家還是玩得很開心啦！謝謝老師！也希望下次的實驗課早點到，可以做大象牙膏之類的、更有趣的實驗。

B. 盧○靖

這一次的化學實驗我覺得很有趣，尤其是剪紙與畫紙的部分～讓我像個小孩一樣興奮！還有看著在紙張上暈開的色彩也讓人感到新奇、感到驚艷～原來水性筆的黑色不是單純的黑色墨水，暈開後居然還有著藍色墨水的顏色呢！

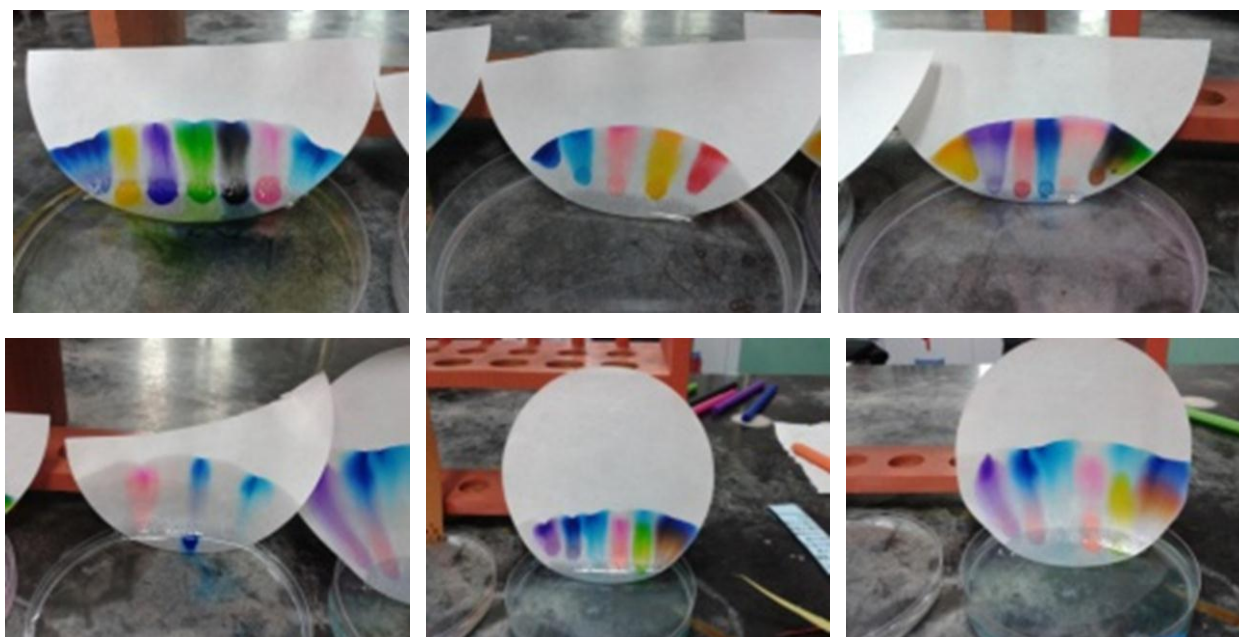


圖 8：這些都是學生實作後的成果

C. 謝〇宏

這次的實驗雖然沒有很精彩，但仍然讓我們很開心，看著自己所調配的颜色緩緩上升，與其他颜色產生變化，在這過程中是很開心的，雖然到後來有點處於玩樂，不過我們這組仍然做得很好，看著各組員做著各自的工作，就覺得與同學一同做實驗很不錯，能夠一同討論實驗的過程與結果的差異，這次的實驗很成功，期待下一次的實驗。

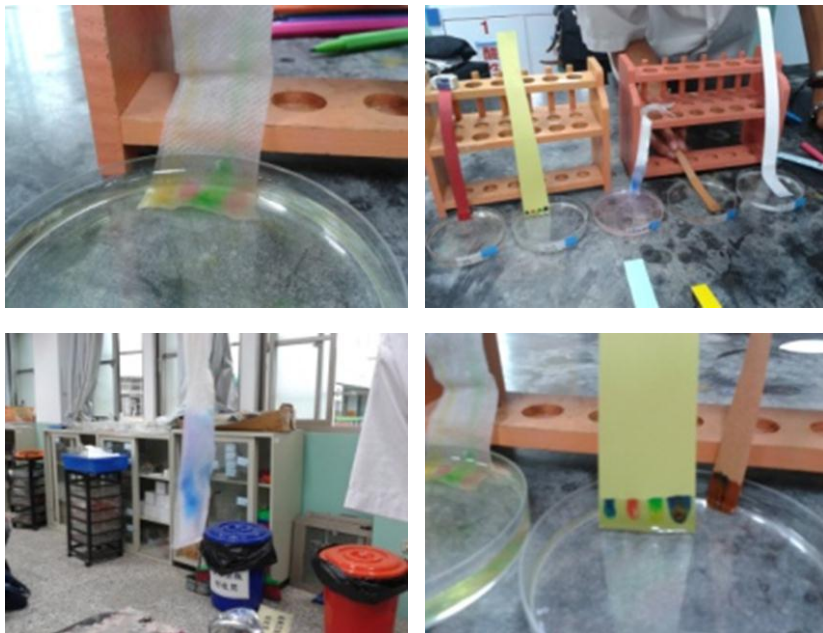


圖 9：其他紙類的「紙」色層分析

美！最後還是跟上次的自走船一樣玩瘋～

E. 鄒〇岱

其實我們這組一開始的時候就已多災多難艱辛坎坷……

先是紙剪太細，再來是畫圓還畫點搞不清楚，接著色塊畫太上面水吸不到，紙一張一張的報銷，幸好大家都很慷慨的拿一整張來提供，不然紙會先宣告耗盡，實驗可以不用做了……

然後等紙放下去才發現……天啊要做一整組的同紙張對照啦！害得志明記錄得一個頭兩個大，心裡直冒問號，困惑叢生。

幸好最後有做出一組完整的「濾紙對照」，不然真的會白做工，真是的都是某組長領導方式怪怪的（這該怪別人嗎）。不過到最後大家瘋狂畫濾紙颜色時其實已經都沒再管颜色問題了，直接畫下去泡就對了這樣哈哈。



圖 10：耶～大家笑一個☺，實驗圓滿結束囉！

D. 游〇僑

這次的實驗超好玩，不同的紙配不同水溶液會有不同的效果，我們試了好多次才畫對那些點點。

其實大家都抱著玩樂的心情……不過不亂試也不會知道有什麼結果，我自己亂點那些颜色也很開心。

衛生紙染色最酷了！藍色系暈在一起超

其實時間挺緊湊的，有些紙吸水超慢，一點時間泡不出個什麼顏色來，倒是衛生紙真的是非常盡責的猛吸水，染色很豐富漂亮。

很努力了啦，大家都拼命在拍照化顏色剪紙之類的，超級認真呵。希望下次還有一起做實驗的機會囉。

F. 謝○婷

每次做實驗我都很期待，因為能真的動手去操作實驗的機會少之又少，但是每次做實驗我好像都在匆忙的一團混亂中度過。

不過匆忙中還是能體會到實驗的樂趣，也能在之後整理好的報告中，學到不少知識。

這次的實驗我覺得還蠻好玩的，看顏色被暈開，在紙上一直跑，還跑出本來沒有畫在上面的顏色，像變魔術一樣，超神奇的。

〔附件二〕

色層分析法實驗報告

組員：全○展、艾○宇、陳○宇、謝○辰、吳○嫻、邱○婷、黃○婷

工作分配

全○展：著手實驗、資料查詢

艾○宇：著手實驗、攝影、介紹實驗步驟

陳○宇：著手實驗、資料查詢

謝○辰：著手實驗、資料查詢

吳○嫻：著手實驗、製作影片

邱○婷：著手實驗、彙整資料

黃○婷：著手實驗、繪製小圓點

同組成員，如圖 11 所示。



圖 11：同組全員大合照。

心得和感想

A. 全○展

又到了歡樂實驗的時間，時間過得特別快，這次的實驗設備很簡單不過做起來可不輕鬆，我用素描紙加工業酒精，做了好久還是不成功，真不甘心，我發現做這實驗要用吸水性的紙比較好，成功的作品滿漂亮的，第一次看到顏色變色在眼前發生，看到有點不敢相信，大家都很驚訝又興奮，後來上網去找了一下實驗得資料發現這個簡單的小實驗有那麼多功能阿，前人的智慧好厲害，實驗學得比上課學的還要深刻。

B. 艾○宇

終於又有實驗可以做了，繼上次的自走船後又一個好玩的實驗，而且，這次不像上次一樣閒閒沒事做只顧著玩，而是擔任了攝影師的角色，在攝影的過程中看到了大家的團結以及好到不行的默契配合，過程中沒有絲毫的爭吵及不愉快，我想這是比實驗成功還要更令人感動的事了，最後，還要感謝老師、後製影片同學以及綜合統整的人，你

/ 妳們辛苦了！當然，我還是很期待下次的實驗。

C. 陳○宇

化學實驗可以讓我們體會大自然的原理，藉由實驗可讓原本艱澀難懂的課程內容變得輕鬆有趣，實驗過程因為同學生動的轉播變的更好玩，製作影片的同學也用心的把影片做得很棒，實驗結果一個顏色裡面包含許多顏色，如果少了其中一種顏色就無法構成這種顏色，多了一種顏色可能又成為另一種顏色，這就像我們一起做實驗一樣，每人出一份力缺一不可，謝謝大家讓實驗變的這麼精彩。

D. 謝○辰

色層分析，這是我之前完全沒聽過的一種實驗，我沒有想過我們看到的顏色，竟然可以利用液體將他分出不同於我們所想像的顏色，我小時候只知道紅色加藍色等於紫色這種簡單的調色，而這次的實驗卻完全是逆向操作，整個令我嘆為觀止！希望老師以後能繼續帶我們去做不同的實驗，從實驗中學習，我想這才是真正我們體會到的。

E. 吳○嫻

又一個令人驚嘆的實驗！從來沒想過生活中的筆也有這麼神奇的時刻。橘色裡面有著粉紅色，真是意想不到呀！更驚訝的是，水竟然可以這樣沿著紙張的纖維往上竄。

而這次因為影片需要剪接加上一些後製的部分，所以嘗試了新的軟體。一開始真的非常懊惱，從不懂開始一點一滴的摸索。又因為軟體版本跟現上有的教學影片又不同，

真的是讓我一度想放棄，就這樣把影片交出去。可是，在摸索的過程中，發現了它的有趣所在。於是，就這樣忘記時間，一心一意想完成我的影片處女作。終於，皇天不負苦心人，我完成了影片也摸索完這個新軟體，並且得到同組的讚賞。

其實，摸索軟體跟做實驗差不了多少。在未知的事物裡，發掘它的好玩之處。剛做完一個實驗，卻又躍躍欲試下一個新實驗了！

F. 邱○婷

終於又可以做實驗了，每次做實驗完都會了解新的知識，不是透過書本，也不是老師口頭引述，而是我們親手做實驗而得到的。而顏色，本來就是我比較有興趣的一塊，以前的知識就只有顏色的組合，這次實驗讓我們用反推回去的方式了解並非是橘色變粉紅色，而是橘色裡本來就有粉紅這個色，然後藉由色層分析清楚地展示在我們面前。喜歡做實驗，留下的記憶總是深刻！不論是科學上的知識還是和組員一起努力的過程都是我喜歡學習的成果。

G. 黃○婷

第一次聽到色層分析這個實驗，而參與實驗的過程裡看到了好多從未看過的新奇畫面，雖然我只擔任了畫點點，但在大家的合作下，實驗非常成功，顏色完全呈現不同的那一面，而每種水的實驗速度也不盡相同，重要的是大家都樂在其中，這真的是一次既充滿新奇又溫馨的經驗呢。