

2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】 國中組 成果報告表單

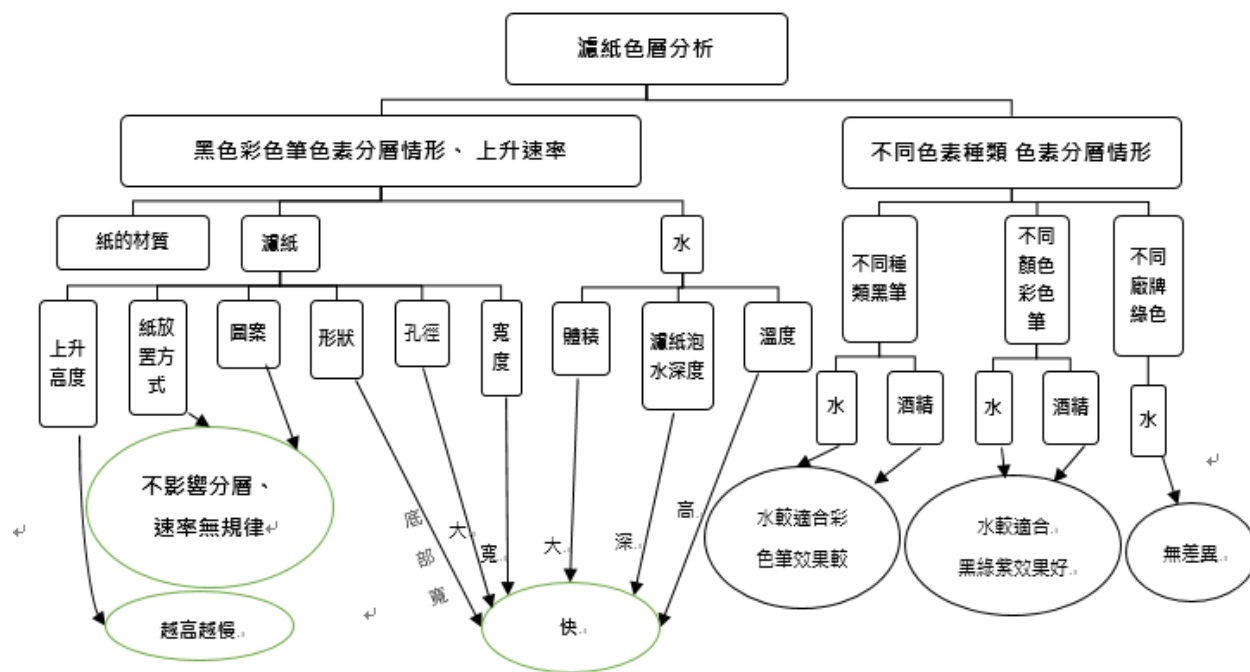
題目名稱：濾紙上的絢爛

一、摘要：

我們實驗想了解各種影響濾紙色素分層情形及上升速率的因素。結果發現濾紙是最合適的紙張。使用黑色彩色筆時，濾紙的任何變因都不會影響色素分層情形，但濾紙寬度寬、孔徑大、泡在水的面積大、水溫高都會使色素上升速率較快；而上升高度越高，每上升1公分所需的時間越長。彩色筆是最合適的，其他常見的筆效果很差。其中黑色、紫色以及綠色的彩色筆色素分層最明顯，且展開液用水最合適。利用濾紙色層分層性質我們也做出了創意卡片。

二、探究題目與動機

國小時曾經因為一時頑皮，在自然課時把水彩塗在濾紙上，想當然的換來了自然老師一陣臭罵。但是我被濾紙上顏料漸漸層的效果吸引住了。上了國中後，做了「濾紙色層分析」的實驗，當把濾紙浸入水中那一刻，我又像回到了小學的那堂自然課，陶醉地看著眼前的色彩。此時，心中冒出了許多的疑問：如果使用不同的顏色是不是也有不一樣的效果呢？假如換成不同的筆呢？或者是不同形狀的濾紙呢？因此，我們設計了一連串的實驗。



三、探究目的與假設

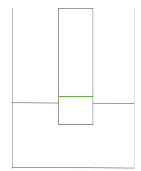
- (一)實驗A:相同色素時探討濾紙各項變因對色素分層情形及上升速率的影響。
- (二)實驗B:相同色素時探討水溫、水的體積、濾紙泡水深度對色素分層情形及上升速率的影響。
(假設: 水溫愈高、體積愈大、泡水深度愈深色素上升愈快, 但不影響色素分層情形)
- (三)實驗C:探討不同材質紙類進行色層分析情形, 找出可替代濾紙的材質。
- (四)實驗D:探討不同種類色素在不同展開液色素分層情形。
- (五)利用色層分析製作創意卡片

四、探究方法與驗證步驟

(一)探究方法:

大部分實驗都依下列步驟進行探究:

- 1.剪下長9公分寬1.2公分的濾紙, 在濾紙距離底部一公分處用筆畫一條線
- 2.把濾紙浸入展開液中, 約0.5公分使水面低於畫線處如圖(一)。
- 3.記錄水上升5公分需要的時間並將色素分層情形照相記錄。

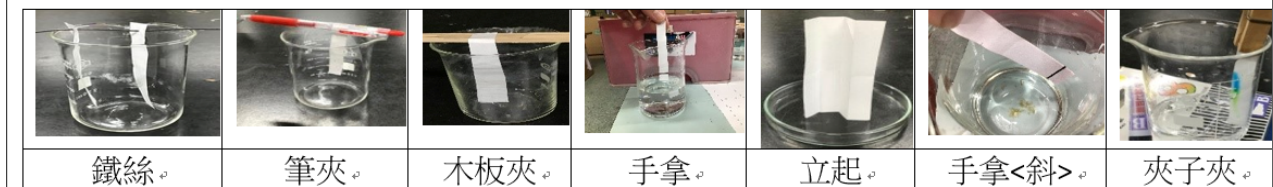


(二)實驗A:使用黑色彩色筆時濾紙不同變因對色素分層情形及上升速率的影響 圖(一)裝置圖

實驗A1:濾紙不同置放方式結果

為了方便操作設計了8種不同濾紙放置方式, 其裝置如下表一。

表一:不同濾紙放置方式



各種不同放置方式其黑色彩色筆色素分層效果沒有差異。時間會有不同, 但差異不大, 而且相同方法再重複一次快慢結果差異大, 這代表放置方式不是影響上升速率的原因。

實驗A2:不同濾紙寬度結果

取3公分的及1.2公分的濾紙重複探究方法的步驟, 其色素上升所需時間如下表:

表二:不同寬度濾紙黑色彩色筆色素上升所需時間表(單位-分:秒)

上升高度	1公分	2公分	3公分	4公分	5公分
細黑	0:18	0:54	1:48	3:04	4:41
粗黑	0:14	0:43	1:27	2:27	3:49



圖(二)不同寬度

結果可以發現寬濾紙上升速度較快但色素分層情形如圖(二)沒有差異。而且細濾紙泡水, 水從0公分上升到1公分需要18秒;第2公分花費36秒;第3公分需要54秒;第4公分是1分16秒;第5公分則需要1分37秒, 都是一公分的高度但高度越高, 需要花費時間越多, 上升速率越慢。而粗濾紙的實驗結果也是高度越高上升越慢。

延伸實驗:想知道其他顏色是否有相同效果

表三:不同寬度濾紙綠色、紫色彩色筆色素上升所需時間表(單位-分:秒)

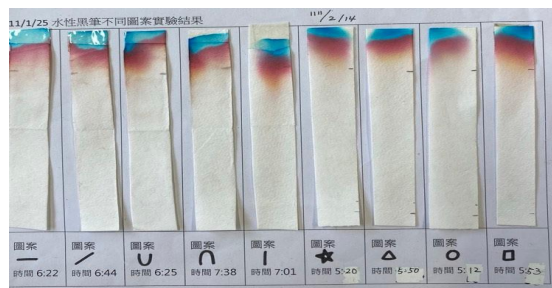
上升高度	1公分	2公分	3公分	4公分	5公分
細綠	0:19	0:47	1:33	2:37	4:00
粗綠	0:23	0:57	1:50	3:07	4:41
細紫	0:24	1:01	1:51	2:59	4:26
粗紫	0:22	0:58	1:41	2:56	3:49

結果發現綠色、紫色彩色筆有相同效果。寬的濾紙色素上升較快, 且高度越高上升速度越慢。

實驗A3:不同圖案結果

用黑色彩色筆畫出9種不同圖案如右圖(三), 實驗結果發現:

圖案分層結果無差異, 都可分成藍色、棕色和黃色。而色素上升速率因不同日期實驗結果差異很大, 無法比較因此推測可能和溫度、濕度有關或是濾紙纖維方向有關



圖(三)9種不同圖案結果

延伸實驗:不同環境濕度對色素上升速率的影響

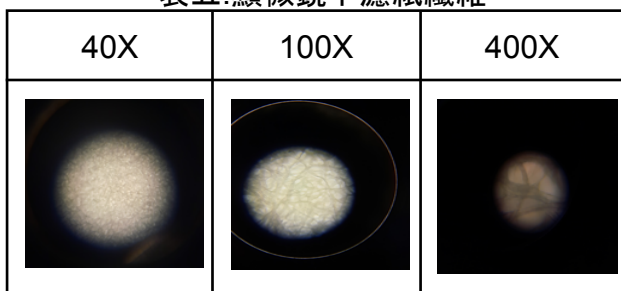
表四:不同濕度色素上升所需時間表(單位-分:秒)

濕度	第一次	第二次	第三次	平均
69%	3:03	3:31	4:10	3:34
57%	4:15	5:31	6:10	5:22

由實驗結果可知濕度較高速率較快。

延伸實驗:用複式顯微鏡觀察濾紙纖維

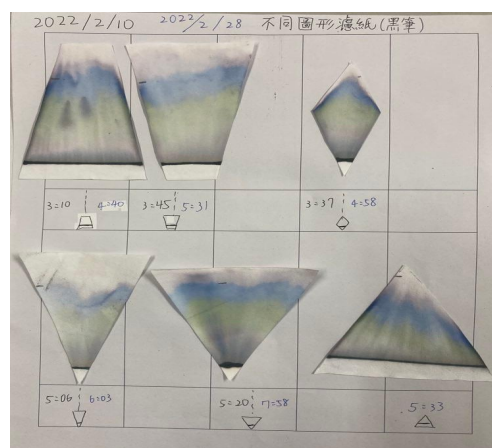
表五:顯微鏡下濾紙纖維



結果發現濾紙纖維是雜亂無規則

實驗A4:不同濾紙形狀

用黑筆依實驗步驟在不同形狀濾紙上畫線, 放入水中並測量時間, 其結果如右圖。由圖可知濾紙形狀不會影響色素分層情形, 但從時間可以歸納出底部較寬, 上方較窄的濾紙形狀上升速率較快。例如正梯形第一次實驗花3分10秒, 但倒梯形花3分45秒; 正梯形第二次實驗4分40秒但倒梯形5分31秒。三角形也有相同結果:正三角形實驗只花5分33秒; 倒正三角形卻用了7分58秒。



(四)不同濾紙形狀

實驗A5:不同孔徑濾紙結果

表六:不同孔徑濾紙

孔徑	1 μ m	4 μ m	5 μ m	7 μ m
第一次	12:00	6:18	6:18	5:03
第二次	11:37	6:35	6:35	6:09
第三次	12:20	6:30	6:30	5:34
平均	11:59	6:46	6:28	5:35

結果發現1 μ m時間平均11:59, 4 μ m時間平均6:46, 5 μ m時間平均6:28, 7 μ m時間平均5:35。由此可證, 孔徑越大上升速率越快。

(三)實驗B:使用黑色彩色筆時水溫、水的體積、濾紙泡水深度對色素分層情形及上升速率的影響。

實驗B1:不同水溫結果

表七:不同水溫色素上升至5公分所需時間表(單位-分:秒)

水溫	第一次	第二次	第三次	平均
12.3°C	4:10	4:22	5:14	4:35
32°C	3:12	3:20	4:08	3:33
65°C	2:25	3:11	3:42	3:06

從平均結果可以發現, 水溫愈高, 色素上升速率愈快。但不會影響色素分層情形。

實驗B2:燒杯內不同體積水量實驗結果

表八:不同水量色素上升至5公分所需時間表(單位-分:秒)

水量	第一次	第二次	第三次	平均
100ml	4:06	4:07	4:20	4:11
150ml	4:00	4:10	3:39	3:56
200ml	3:25	3:00	3:39	3:21

從平均結果可以發現, 水量愈多上升速度愈快。但不會影響色素分層情形。

實驗B3:不同入水深度結果

表九:不同入水深度色素上升至5公分所需時間表(單位-分:秒)

入水深度	第一次	第二次	第三次	平均
0.5cm	4:25	4:59	4:12	4:32
1.5cm	4:21	4:08	4:20	4:16
2.5cm	3:18	3:19	3:17	3:18

從平均結果可以發現, 入水深度愈深上升速度愈快。但不會影響色素分層情形。

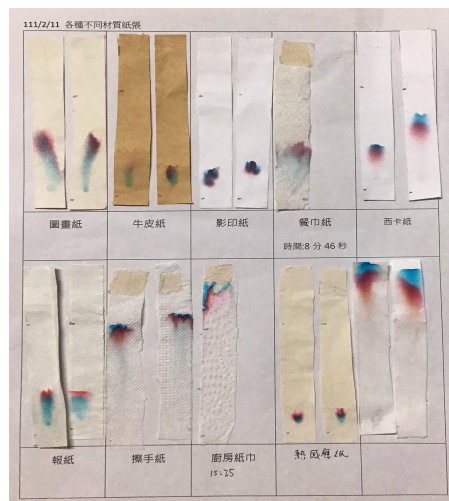
(四)實驗C:不同材質的紙張實驗結果

準備圖案紙、牛皮紙、影印紙、餐巾紙、西卡紙、報紙、擦手紙、廚房紙巾、熱感應紙及濾紙，重複探究方法的步驟。實驗過程發現除了濾紙所有紙類上升的速度都很慢，所以滿八分鐘就停止實驗。

每一種紙都有分層情形，其中濾紙效果最好其次是報紙和圖畫紙。大部份分層為藍色在上紅色在下，但熱感應紙和報紙則是相反。實驗發現其他紙張都很不好用，容易破掉或是上升速度很慢。

延伸實驗:除了紙張還有其他替代品?

使用粉筆、棉線效果很差。粉筆完全無法吸水，棉線沒有分層效果。



圖(五)不同紙張情形

(四)實驗D:探討不同種類色素在不同展開液色素分層情形。

實驗D1:不同種類色素在不同展開液之色素分層情形

依照探究方法的步驟，使用不同種類的黑筆(白板筆、細奇異筆、麥克筆、粗奇異筆及6種原子筆)。如圖(六)。



圖(六)六種筆

1.水為展開液

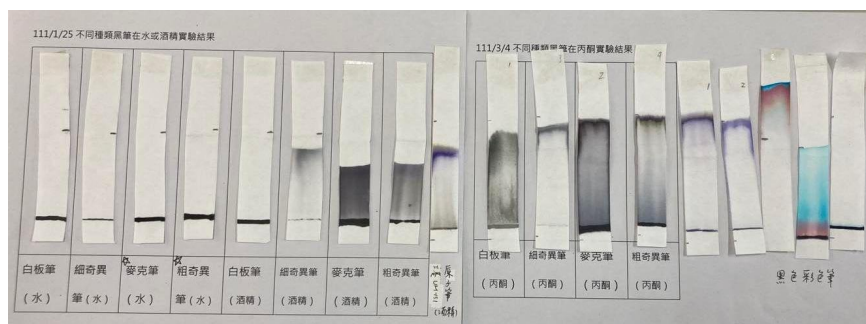
除了彩色筆其他色素都沒有上升，而且也沒有分層效果。

2.酒精為展開液

雖然色素有上升，但沒有明顯的分層效果只有彩色有明顯分層。而且酒精容易蒸發，上升一半就乾了。

3.丙酮為展開液

色素有上升，大部分都沒有明顯的分層效果。



圖(七)不同種類色素在不同展開液之色素分層情形

根據結果發現丙酮並不是一個好的展開液;黑色彩色筆使用水或酒精為展開液時才有色素分層效果。

實驗D2:不同顏色彩色筆實驗結果

重複實驗步驟，展開液為水或酒精。

展開液為水時，實驗結果E1、E3、E4、E6、E7、E9、E12最上層都是藍色;E2組無分層。分層效果較明顯的是黑色、綠色和紫色的彩色筆。

展開液為酒精時，較多色素留在底部，而且色素只上升到一半就停止。其中藍色色素在水中似乎跑得較快，在酒精中跑得較慢(E1, F1;E4, F4)其出現顏色相反。



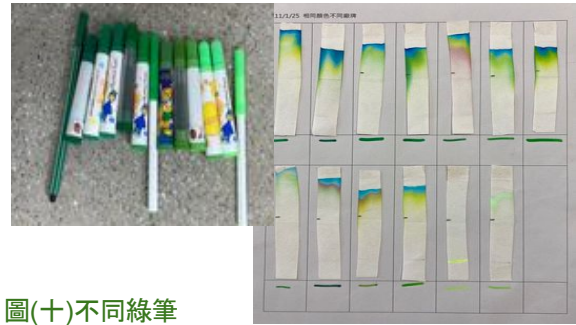
圖(八)展開液為水

圖(九)展開液為酒精

實驗D3:不同廠牌綠筆實驗結果

準備右圖中14枝綠筆，以探究方法重複實驗步驟，展開液為水。

結果發現大部分綠筆都可分成出藍、綠、黃三種色素，不同廠牌看不出差異。而草綠色筆分層時會有紅色第四種色素。最右邊兩隻螢光色彩色筆沒有色素分層現象。



圖(十)不同綠筆

圖(11) 不同廠牌結果

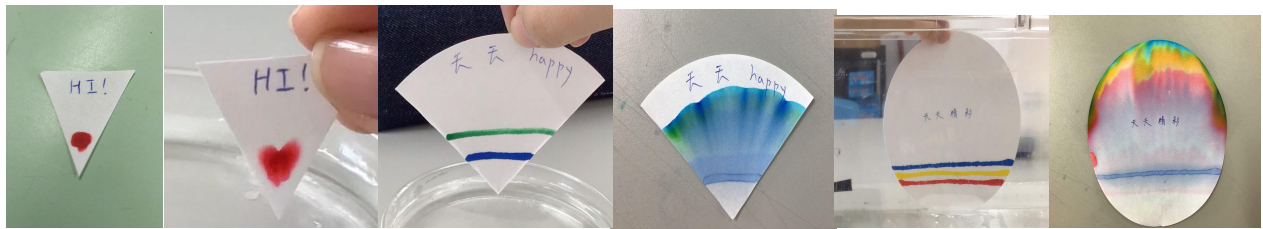
五、結論與生活應用

結論：

- (一)使用黑色彩色筆在濾紙上畫線，展開液是水時，所有實驗中的變因都不會影響色素分層的情形，都是藍色在最上面。
- (二)紙的放置方式、繪畫圖案不會影響色素上升快慢。濾紙寬度較寬、孔徑較大、形狀底部較寬、水的體積較多、濾紙入水深度較深、水溫高、濕度大都會使色素上升速率較快。
- (三)色素在剛開始上升很快；上升越高時速率會越慢。
- (四)濾紙是最合適的材質，其他紙張容易破且上升速率慢分層效果也較不明顯。
- (五)最合適的筆是黑色、綠色、紫色彩色筆，色素分層明顯，其他常見種類的筆不容易有色素分層現象。合適的展開液是水。

應用：

- (一)改善實驗：進行濾紙色層分析實驗時，不用管濾紙的大小形狀，使用黑色、綠色或紫色水彩筆，溶液採用水，讓水上升4-5公分即可，這樣就可以在短時間觀察到色素分離現象，證明此色素是混和物。
- (二)利用色素會分層的現象做出動態創意卡片，原本看似平凡的點或線，加水後會呈現不同的形狀和色彩。



參考資料

- 1.國民中學標準108學年度國中自然科學課綱之2上第三冊教育審定國審定第109032號康軒文教事業出版(民國110)P.43。。
- 2.維基百科:展開液
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%96%84%E5%B1%82%E8%89%B2%E8%B0%B1%E6%B3%9>
- 3.2018小論文競賽 <https://www.shs.edu.tw/works/essay/2018/04/2018040214491830.pdf>
篇名：色層分析－混合物的分離探討 作者：陳璟瑜、薛筱柔。國立馬公高中。