

探討黑色的奧妙

初小組化學第一名

台北市西松國民小學

作者：張文彬 楊忠孝

指導老師：鄭瑞春

一、研究動機：

有一天，插在口袋上的黑色簽字筆，不知不覺脫了筆套，筆尖碰到衣服，那白白的衣服便染上了一塊黑黑的，真難看。就脫下來，把染黑的地方浸在水裏，稍久，竟發現那塊黑色，便漸漸地向外擴散而顯出淡淡的紅、綠、紫等顏色來。當時我覺得很奇怪，難道黑色的東西不是黑的嗎？其他日常所用的各種黑色是不是也都有這種現象呢？……這些諸問題，使我們百思不解，因而激起我們對探討黑色的興趣，所以做了下面的實驗。

二、實驗準備：

1. 用具：色層分析瓶兩個、色層分析管 20 支、培養皿 10 個、廣口瓶 10 個、量筒、燒杯、玻璃細管 10 支、色層分析紙 300 張、濾紙 200 張。

2. 藥品：蒸餾水、酒精。

3. 實驗材料：(1)顏料(2)染料(3)黑色簽字筆(4)黑色墨水(5)墨汁。

三、實驗方法：

1. 試料溶液的配製：

(1)黑紙色素的提取：

把黑紙剪碎浸在少許水中，使紙上的黑色素溶入水中，而得到溶液。

(2)黑色顏料的調製：

把水彩顏料及染料摻水攪拌，使混合均勻。

(3)原子筆油的配製：

截斷原子筆蕊，擠出裏面的油質，摻酒精混合成溶液。

2. 長形濾紙色層分離法：

(1)將玻璃細管的一端蘸吸少許已配製的試料溶液，輕輕點在距

離濾紙下端 2 公分表面的中央。

(2)在色層分析瓶裏注入 200 毫升的蒸餾水，酒精等溶劑使濾紙下端可浸到 1 公分左右。或用大型試管放入少量展開液，軟木塞底開一條裂口，夾住濾紙放入試管裡塞緊。

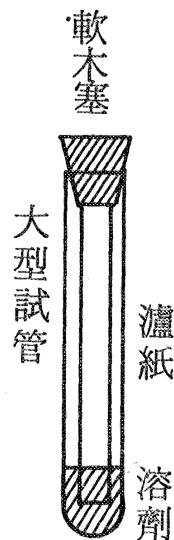
(3)觀察試料在濾紙上移動的情形，並量取移動的時間和距離。

3. 圓形濾紙色層分離法：

(1)用玻璃細管蘸吸少量試料溶液，輕輕點在濾紙的中心表面上，待試料乾後把它平放在培養皿口上。

(2)把另一個培養皿墊高，注入蒸餾水或酒精等溶劑。

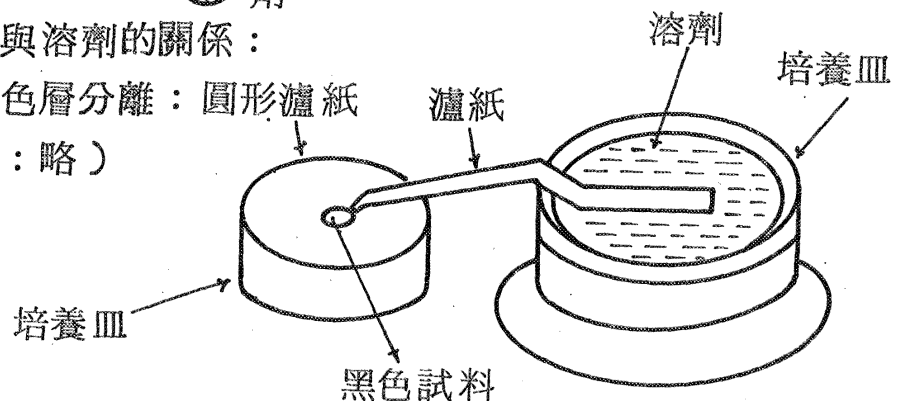
(3)剪一條細長濾紙，上端浸在溶劑裏，下端剪成尖形放置於試料上，讓溶劑沿著濾紙慢慢傳到圓形濾紙，使試料逐漸向外擴大。(如下圖)



四、實驗結果：

1. 色素的移動與溶劑的關係：

(1)蒸餾水的色層分離：圓形濾紙
(層析圖：略)



溶劑：蒸餾水 時間：2 小時 溶劑移動距離 20 公分

號碼	1			2			3	4			5			
黑色試料	皺紋紙			書面紙			雄獅 簽字筆	利百代 簽字筆			銀行 簽字筆			
分離色素	藍	紅	淺藍	淺藍	淺藍	淡紅	深紫	橙	紫	藍	土黃	紫	綠	黃
移動距離	92公分	14公分	18公分	7.5公分	15.5公分	18公分	20公分	18公分	19.5公分	21公分	2公分	3公分	5公分	6.5公分

號碼	6			7	8			9			10		
黑色試料	派克墨水			百樂墨水	彩色筆一			彩色筆二			彩色筆三		
分離色素	藍	土黃	草綠	黑	橙	紫	藍	淡紅	橙	藍	紅	綠	藍
移動距離	17公分	18.5公分	19公分	17公分	17公分	17.5公分	20公分	14公分	17.5公分	20公分	16公分	18.5公分	20公分

號碼	11		12		13	14	15
黑色試料	染料一		染料二		墨汁	水彩	原子筆一
分離色素	藍	淡紅	藍	淡紅	黑	無	橘紅
移動距離	14公分	17.5公分	13公分	16.5公分	6公分	無	1.2公分

號碼	16	17	18	19	20
黑色試料	原子筆二	原子筆三	雄獅奇異筆	利百代奇異筆	櫻花奇異筆
分離色素	淡紅	無	無	無	無
移動距離	6公分	無	無	無	無

- 結果：(1)蒸餾水能把各種黑色分離出藍、紅、橙、黃、綠、紫等色素來，其中藍和紅色佔得最多。橙、黃、綠、紫等色次之。
- (2)蒸餾水不容易把黑色原子筆、奇異筆、水彩和墨汁分離出其他顏色。

(2)酒精的色層分離：

(層析圖：略)

溶劑：酒精 時間：2小時 溶劑移動距離：9.5公分

號碼	1				2				3	4		5		
黑色試料	皺紋紙				書面紙				雄獅 簽字筆	利百代 簽字筆		銀行 簽字筆		
分離色素	藍	淡紅	黃	綠	藍	淡紅	淺綠	深紫	紫	橙	淺藍	藍	黃	藍
移動距離	2.3公分	3.7公分	9.3公分	9.5公分	3.5公分	9公分	9.5公分	3公分	9.5公分	3公分	5.7公分	9.5公分	8.6公分	9.5公分

號碼	6			7	8			9			10		
黑色試料	派克水 墨			百樂水 墨	彩色筆一			彩色筆二			彩色筆三		
分離色素	藍	橙	黃	黑	橙	淺藍	藍	橙	紫	藍	黃	藍	紫
移動距離	2公分	8.5公分	9.5公分	無	4.5公分	6公分	9.5公分	3.2公分	5公分	9.5公分	4.0公分	8.0公分	9.5公分

號 碼	11		12		13	14	15
黑 色 試 料	染 料 一		染 料 二		墨 汁	水 彩	原 子 筆 一
分 離 色 素	藍	淡 紅	藍	橙	黑	無	藍
移 動 距 離	3.0 公 分	9.5 公 分	3.5 公 分	9.5 公 分	0.5 公 分	無	9.5 公 分

號 碼	16			17		18		19		20	
黑 色 試 料	原 子 筆 三			原 子 筆 三		雄 獅 奇 異 筆		利 百 代 奇 異 筆		櫻 花 奇 異 筆	
分 離 色 素	綠	淡 紅	藍	灰	藍	紫	淡 紅	紫	淡 紅	紫	淡 黃
移 動 距 離	6 公 分	8.5 公 分	7.5 公 分	7.5 公 分	9.5 公 分	7.5 公 分	8.2 公 分	8 公 分	9 公 分	8.5 公 分	9 公 分

結果：(1)從酒精裏分離出來的色素都偏重於藍和橙色、黃、綠、紫、紅等色次之，並且能把油性黑色分離出其他顏色來。

(2)用酒精分離時，被分離出來的色素在濾紙上移動得很慢。

2 色素的移動與酒精濃度的關係：

試 試料：黑色皺紋紙

單位：公分

距離 色素 濃度	0	20 %	40 %	60 %	80 %	100 %
淺 藍	16.7	14.2	13.8	12.7	11.8	10.3
紅	15.5	13.0	12.6	11.4	10.3	8.6
黃	13.0	11.3	11.0	10.0	8.9	7.4
藍	13.0	10.8	10.5	9.4	8.4	6.8
溶 劑	17.2	15.0	14.6	13.3	12.2	10.5

試料：黑色利百代簽字筆

單位：公分

距離 色素 濃度	0	20%	40%	60 %	80 %	100%
藍	17.5	15.5	14.8	13.4	12.3	10.8
紫	17.2	14.8	14.0	12.5	11.4	10.3
橙	16.8	14.2	13.5	12.0	11.0	9.7
溶 劑	17.5	15.2	14.8	13.4	12.3	10.8

結果：酒精的濃度愈高，色素的移動距離反而短。

3. 色素的移動與時間的關係：

(1)蒸餾水的色層分離：

(層析圖：略)

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

例如：10.8 ÷ 11.6 = 0.931

黑色皺紋紙

距離單位：公分

移動時間 距離 比率 色素	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
淺 藍	10.8	0.931	14.4	0.929	16.3	0.926	18.2	0.928	20.6	0.927
紅 色	9.7	0.836	13	0.838	14.8	0.840	16.5	0.841	18.6	0.837
藍 色	7.5	0.635	9.9	0.638	11.2	0.636	12.5	0.638	14.2	0.639
溶 劑	11.6		15.5		17.6		19.6		22.2	

黑色彩筆二

距離單位：公分

移動時間 距離 比率 色素	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	11.7	1	15.6	1	17.8	1	20.2	1	23.0	1
橙 色	10.3	0.88	13.9	0.891	16.0	0.898	18.2	0.901	20.8	0.904
紅 色	9.2	0.786	12.4	0.794	14.2	0.797	16.1	0.797	18.5	0.804
溶 劑	11.7		15.6		17.8		20.2		23.0	

(2)酒精的色層分離：

黑色銀行簽字筆

距離單位：公分

移動時間 距離 比率 色素	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	5.3	1	7.2	1	8.2	1	9.1	1	9.8	1
黃 色	4.7	0.887	6.4	0.889	7.3	0.89	8.1	0.89	8.8	0.897
溶 劑	5.3		7.2		8.2		9.1		9.8	

(3) 50 %酒精的色層分離

黑色染料二

距離單位：公分

移動 距離 比率 色素	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	6.0	0.80	7.3	0.802	9.0	0.803	11.1	0.804	13.0	0.802
藍 色	5.0	0.667	6.1	0.67	7.5	0.67	9.3	0.674	10.9	0.673
溶 劑	7.5		9.1		11.2		13.8		16.2	

結果：色層的移动随時間逐漸的上升，並且各色層的移动距離，始終保持著一定的比率。

4. 觀察圓形濾紙的色層分離：

(層析圖：略)

溶劑：蒸餾水 時間：1小時 溶劑移動距離：4.4公分

號碼	1			2		3	4			5		6	
黑色 試料	皺紋紙			書面紙		雄獅 簽字筆	利百代 簽字筆			銀行 簽字筆		派克 墨水	
分離 色素	藍	淡 藍	紅	淺 藍	淺 紅	黑	紫	橙	藍	黑	綠	淺 藍	橙
移動 距離	1.3 公分	2.5 公分	3.5 公分	1.5 公分	1.8 公分	4.3 公分	2.5 公分	4.2 公分	4.4 公分	1.1 公分	1.6 公分	1.5 公分	4.2 公分

編號	7			8			9			10		11	12	
黑色試料	彩色筆一			彩色筆二			染料一			染料二		原子筆一	原子筆二	
分離色素	紫	橙	藍	淺紫	橙	藍	藍	淺藍	紅	淺藍	藍	淡紅	紅	黃
移動距離	3公分	4.1公分	4.4公分	2公分	4.3公分	4.4公分	1公分	3.5公分	4.2公分	1.1公分	3.2公分	0.7公分	1.4公分	3.2公分

結果：在圓形濾紙中央的黑點，逐漸向外擴大，形成美麗的環狀色層來。

5. 觀察圓形濾紙上色素的移動與時間的關係：

（層析圖：略）

黑色皺紋紙

溶劑：蒸餾水

移動距離 時間 比率 色素	20 分		40 分		60 分	
	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率
紅 色	2.0	0.714	2.5	0.714	3.2	0.711
藍 色	1.0	0.357	1.25	0.375	1.6	0.356
溶 劑	2.7		3.5		4.5	

黑色利百代簽字筆

溶劑：蒸餾水

移動距離 時間 比率 色素	20 分		40 分		60 分	
	距離	移動率	距離	移動率	距離	移動率
藍 色	2.3	1	3.5	1	4.5	1
橙 色	2.2	0.956	3.3	0.942	4.3	0.956
溶 劑	2.3		3.5		4.5	

結果：色層的移動隨時間慢慢的向外擴大，並且各色層的移動距離也始終保持一定的比率。

四、研究心得：

1. 黑色不一定是單純的一種顏色，我們利用濾紙色層分離法，可以把它們的各成份顏色分離出來。
2. 從黑色試料中可分離出色澤鮮艷的顏色，其中藍色和紅色佔得最多，幾乎每種試料裏都含有，橙、黃、綠、紫次之。由此我們知道黑色是由藍、紅和其他一種或兩種顏色混合而成的。
3. 黑色在不同溶劑裏，其移動情形並不一致，在同一時間內，蒸餾水的移動距離較長，酒精較短，可能是易揮發之故。
4. 同一種黑色在不同溶劑裏，被分離出來的色素，有些不相同例如：染料(二)在蒸餾水裏被分離出藍和淡紅；在酒精裏則分離為藍色和橙色。
5. 黑色百樂墨水、水彩、墨汁在任何溶劑裏都分離不出其他顏色來。
6. 色素的移動與酒精濃度有密切的關係。酒精濃度愈高移動愈慢，反之，就愈快了。
7. 油性黑色要用酒精來分離，否則就不容易把它分離出來。

8. 色素的移動隨時間逐漸地上升，並且各色層的移動距離無論是用蒸餾水或酒精分離，始終保持一定的比率。
9. 用圓形濾紙分離時色層不斷的向外擴大，然後形成環狀美麗的圖案來。

五、參考資料：

1. 國民小學科學實驗教材．教師手冊(六)。
2. 國民小學科學實驗教材．教師手冊(八)。
3. 理科實驗圖鑑。

評語：①實驗中應控制變量。

②實驗設計週詳表現生動一目了然。

③改進實驗次序及用品。

④參考資料完全而具體。

⑤實驗結果明確。

⑥筆“蕊”應作“芯”。