

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-化學科

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：毛細現象之另類研究 - 色彩饗宴

關 鍵 詞：毛細現象、色層分析、再生紙

編 號：080206

學校名稱：

臺中市北區私立育仁國民小學

作者姓名：

曾荷容、賴慈宜、王郁雯、黃亭瑜、張鐙蔚、陳思瑋

指導老師：

張百美



毛細現象之另類發展-色彩饗宴

壹、摘要：

在四上，當自然課程進行到「植物的吸收與蒸散」的課程時，從「毛細現象」的實驗中，小朋友無意間發現了許多有趣的現象，引起了再研究的興趣。尤其是對顏色水中色素的分離最感興趣。於是便利用毛細現象設計了許多不同變因的實驗。例如不同質料的紙和布、不同液體的影響、水上升高度對上升速度的影響、阻礙水上升所發生的情形、色素分離的各種狀況，最後，我們還將實驗用過的紙作了回收並製成再生紙。

當所有的實驗都進行完畢，小朋友仍然意猶未盡，又設計了相關的發展活動，例如用粉筆取代紙和布、紙蓮花、製作兩色花、取花汁作色素分離和吸水路徑不同產生的色素分離狀況。經過了這一連的實驗，小朋友不但對毛細現象有了深入的了解，也對自然科學實驗充滿了高度的興趣。

貳、研究動機：

上課時，老師問我們在日常生活中有沒有什麼新鮮有趣或困擾無解的事呢？慈宜說：「有一次上毛筆課時，不小心把墨水滴到了白襯衫上，我很緊張的用濕的抹布一直擦、一直擦，沒想到墨水越擦越大片，回家還被媽媽臭罵了一頓，真是倒楣！只是，墨水為什麼會越擦越大片呢？」

亭瑜說：「有一天早上，因為我睡過頭了，眼看上學就要遲到，於是我就匆匆忙忙的漱洗一番，換上制服拿起書包就衝到學校去了。下課回家後，才知道早上毛巾半露在洗臉台外，滴得地上都是水，為什麼會這樣呢？」

郁雯說：「我姊姊有一天很得意的拿了她的作品給我看，她還說隨便綁一綁，再丟到顏料水裡就可以了。我很好奇，為什麼呢？」

荷容說：「他們這些事情，好像跟我們上過的毛細現象有關喔！」

你一言、我一語的，一節課很快的就過去了。於是老師準備用實驗來替我們解答喔！我們便在老師的指導下，做了一連串有趣的實驗。

伍、研究過程與方法：

研究一 觀察各種紙和布的特性

方法：利用不同的儀器和感官來觀察紙和布的特性。

結果：參考附件一

研究二 探討在不同的操縱變因下，液體在紙或布中上升的情形。

(實驗一) 探討液體在不同質料的紙和布上上升的情形。

結果：

紙長：21 公分 紙寬：2 公分 水上升高度：5 公分										
使用液體：藍色水 紙條放置方式：直立 室溫：18										
編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
紙名										
實上										
驗 升	儷紋紙	柳葉紙	雪花紙	草木紙	映像紙	紋皮紙	麻紗紙	圖畫紙	杯墊紙	京和紙
次 時										
數 間										
一	沒	沒	沒	沒	沒	沒	沒	沒	1'18"	4'32"
二	有	有	有	有	有	有	有	有	1'30"	4'45"
三	上	上	上	上	上	上	上	上	1'27"	3'40"
平均	升	升	升	升	升	升	升	升	1'25"	4'19"
布長：21 公分 布寬：2 公分 水上升高度：5 公分										
使用液體：綠色水 紙條放置方式：直立 室溫：18										
編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
布名										
實上										
驗 升	尼龍	棉布	混紡	雪紡紗	六角網	人造絲	內裡布			
次 時										
數 間										
一	14'21"	7'03"	15'47"	12'39"	沒	沒	5'38"			
二	15'03"	6'59"	15'31"	12'50"	有	有	5'43"			
三	14'39"	7'00"	15'39"	12'40"	上	上	5'40"			
平均	14'41"	7'01"	15'39"	12'43"	升	升	5'40"			

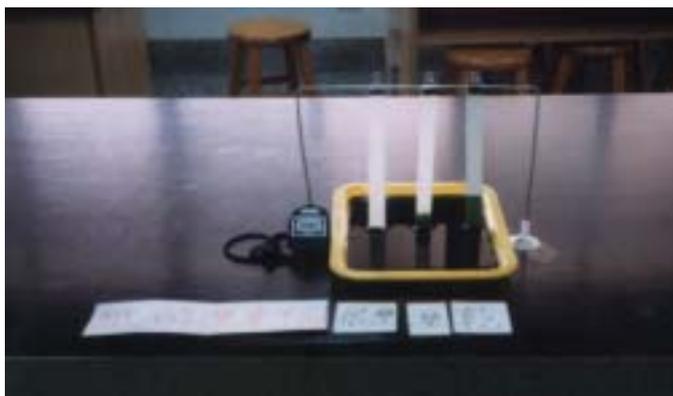
- 1.在我們所使用的紙中，由實驗可知，以杯墊紙和京和紙的吸水性最好。
- 2.新布吸水性較差，洗過之後吸水性較強。水一直無法在六角網中上升。



(實驗二) 探討濕度不同的紙，水上升的情形。

結果：表格(略)

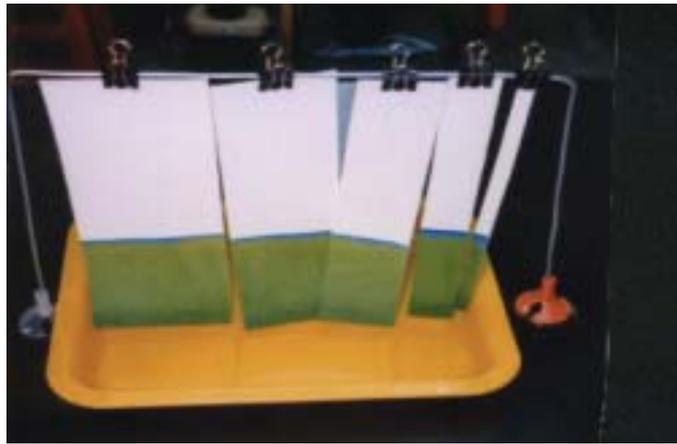
- 1.水在乾的紙中上升的速度最快。紙越濕，綠色水越不容易上升。
- 2.在濕的紙中上升的顏色水會有暈開的現象，形成了特殊的圖案。



(實驗三) 探討液體在不同寬度的紙上，上升的情形。

結果：表格(略)

- 1.由實驗可知，不同寬度的杯墊紙，水在紙中上升的速度幾乎相同。
- 2.紙寬不太會影響水上升的快慢，但是若將紙橫放，不知會不會影響水上升的情形？
- 3.當綠色水上升時，到了大約 5 公分以後，在水的上方開始出現藍色的水痕，上升高度越高就越明顯。和做水在植物體內上升的情形相同。(將白玫瑰插在綠色水中)
- 4.難道綠色中還藏有另一種顏色？



(實驗四) 探討紙放置的方式不同對水上升的影響。

方法：在紙條下端 2 公分處折成直角，浸入 1.5 公分深的綠色水中。

結果：表格(略)

1. 當綠色水上升超過摺痕時，杯墊紙就會慢慢變平，會影響實驗結果。
2. 橫放著實驗，放太久了桌上會出現一灘顏色水。



(實驗五) 探討水在紙中上升的高度對水上升速度的影響。

結果：表格(略)

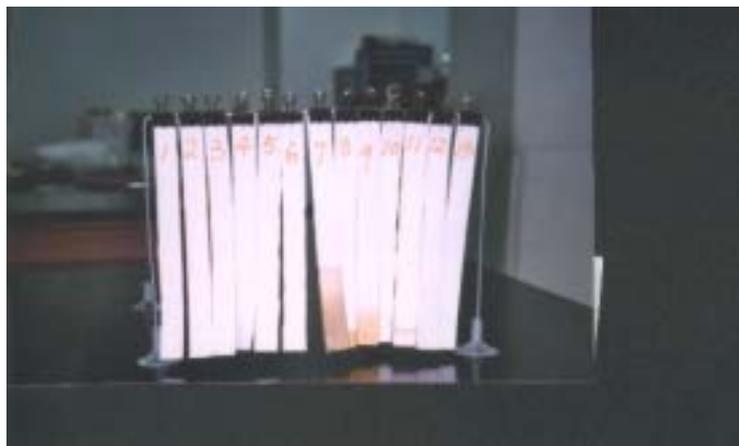


1. 由實驗可知，當紅色水上在紙中上升的高度是有限的。超過了一定的高度，所需的時間就會越多。
2. 上升的速度可能會受地球引力的影響。

(實驗六) 探討不同的液體在質料相同的紙上上升的情形。

結果：(1) 表格(略)

1. 乙醚摸起來冰冰涼涼的。在紙中上升時，紙上會產生細細小小的針狀物。
2. 泥巴水中的泥沙不會溶於水，在紙中上升時只有清水會上升，泥土並不會跟著上升，感覺有濾水的效果。
3. 在實驗進行當中，酒精在紙中乾得很快，所以感覺它上升最慢。在培養皿中的酒精卻消失得最多。
4. 浸鹽水的紙，乾了以後產生了白色細小的凸起物，摸起來粗粗的，應該是鹽的結晶。
5. 浸碘溶液的紙，產生了深褐色的現象，但是乾了以後，褐色的狀況卻消失了，變成了淡淡的紫色。
6. 所有的紙條拿離浸泡的液體後，在紙中的液體仍然會繼續上升。
7. 吸辣椒油的紙拿離開辣椒油以後，會繼續在紙中上升，到了隔天，只有它摸起來還濕濕油油的，並且和其它的紙重疊時，還會污染別的紙張。



(2)因為發現泥和沙不會跟著水在紙中上升，於是再做糖水、鹽水和泥巴水的比較。

結果：

1. 發現將甲杯的泥巴水經由衛生紙傳送到乙杯時，到達乙杯的水是清水，而衛生紙上卻黏了許多泥和沙。

2.經由衛生紙傳送的糖水和鹽水，甜味和鹹味都變淡。

3.可以證明經由毛細現象衛生紙有過濾的效果。



(實驗七) 探討水溫的高低不同對水上升的影響。

結果：表格(略)

1.由實驗可知，水溫越低，水在紙中上升的速度越慢。

2.冰加鹽，可以使溫度達到 -10 ，但是可能是水中有鹽的關係，紅色水和清水會分開被帶上升，而且清水上升的比較快。最後到達15公分的是鹽水中的清水，鹽水中的紅色水大約在5公分的地方就無法在上升了。

3.由於設備的關係，我們無法做到固定溫度的效果，但是我們發現，加冰的低溫水，水溫會逐漸上升，加熱的高溫水，水溫會逐漸下降，但是冷水(18)的溫度卻一直維持不變，並且當天的氣溫也是 18 。

研究三 設計阻擋水上升的方法。

方法：用京和紙或布

作法：

- 1.用洗碗精畫圖案
- 2.將紙摺疊再用木塊夾住並綁緊用
- 3.白膠畫圖案
- 4.用瞬間接著劑畫圖案
- 5.滴蠟油
- 6.用立可白畫
- 7.用膠水圖案
- 8.直接用線綁緊
- 9.直接打結
- 10.多層縫線拉緊再綁緊
- 11.單層縫線拉緊再綁緊

12.將三張紙重疊後摺疊再夾緊（改變紙的厚度）

13.將紙先噴水再吸各種顏色

結果：

- 1.我們發現，當紙或布的縫隙被塞住後，顏色水就無法繼續上升，有時還會繞道上升，由於顏色水上升和擴散的情形不同，就會形成獨一無二的圖案。
- 2.布或紙若用單層作實驗，顏色會較深，若用多層作實驗，越裡層的部分，顏色就會越淺。



研究四 利用毛細現象，做顏色的色層分析。

- 方法：
- 1.在紙條下 3 公分的地方點上不同的顏色，浸水深度 2 公分。
 - 2.等水上升到距離點 13 公分的地方就拿離開水面，掛在通風處晾乾。

（實驗一）使用材料：水性筆 使用紙質：杯墊紙 浸泡溶液：水

結果：

- 1.60 色的水性筆的色素都會被水帶開並往上升。
- 2.不同的顏色，裡面藏的色素也有不同。



(實驗二) 使用材料：油性筆 使用紙質：杯墊紙 浸泡溶液：水

結果：

1. 油性筆的色素都無法被水帶上升。
2. 下面的實驗將嘗試各種不同的液體，看看哪種液體能將油性筆的色素帶開並上升。

(實驗三) 使用材料：水性筆 使用紙質：杯墊紙 浸泡溶液：酒精

色彩編號 11. 28. 35 .52. 54. 59

結果：水可以將水性筆顏色中的色素帶得比較高，色素分離得較清楚，酒精上升的速度很慢，色素較無法被帶開。

(實驗四) 使用材料：水性筆 使用紙質：杯墊紙 浸泡不同溶液

結果：

1. 隨機抽取不同的顏色吸不同的溶液，發現有些溶液並無法將水性筆中的色素分離開來。
2. 氫氧化鈉水溶液是強鹼，無法將顏色中的色素分離出來，並且會腐蝕紙張，乾了以後紙會變厚變硬。
3. 醬油本身顏色很深，會污染原本的色素。
4. 實驗發現，水性筆顏料中的色素被水性溶液分離的情形最好。



(實驗五) 使用材料：油性筆 使用紙質：杯墊紙 浸泡溶液：酒精

結果：油性筆顏料中的色素有部分會被酒精帶出來。

(實驗六) 使用材料：油性筆 使用紙質：杯墊紙 浸泡不同溶液

結果：

1. 乙醚和丙酮最能將色素分離開來，甲醇也可以帶出少許的色素。
2. 由實驗發現，水性溶液都無法將油性筆中的色素分離出來，而有機溶劑較能將油性筆顏料

中的色素分離。

3.為了證實以上的結果，下面我們使用固定一種顏色，吸不同的溶液來實驗。



(實驗七) 使用材料：水性筆 色彩編號：52 原始顏色 使用紙質：杯墊紙

結果：

1. 硼酸溶液分離出來的色素最清楚。檸檬酸和稀鹽酸將色素帶開後，顏色變得很淡。稀鹽酸帶出來的色素中沒有紅色系。丙酮使紅色系的色素變淡，上升時產生的圖案也很特殊。
2. 洗碗精因為濃度太高無法上升，所以色素就沒辦法帶開來。辣椒油並無法將色素帶開，紙也很難乾與其它紙條重疊時，還會造成污染。
3. 稀鹽水的紙乾了以後，在上面產生了許多細小的顆粒狀。而且色素只有少許的被帶出來。
4. 從實驗中發現，黑灰色的色素都會在最上層。在吸乙醚的紙上我們發現了一些亮亮細細的針狀物，無意間碰到乙醚，又覺得非常的冰，在當時室溫 18 時，測得乙醚只有 5 。我們懷疑，那針狀物會不會是空氣中的水蒸氣遇冷形成的。

(實驗八) 使用油性筆相同的顏色，浸泡不同的溶液。

結果：

1. 乙醚、甲醇、丙酮、辣椒油、酒精，能將油性筆的色素帶出來。
2. 被乙醚帶出來的色素，好像有遭到破壞的樣子。
3. 丙酮能將一些色素帶出來，並產生噴射狀的圖案。
4. 辣椒油將油性筆中的色素帶得最高。

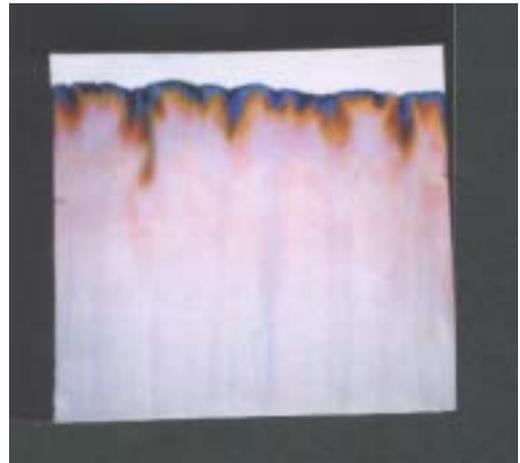
(實驗九) 同一顏色，濃度不同，對色素分離的影響。

方法：1.使用水性筆或油性筆，分別在紙上同一點，點上不同次數。

2.利用透明水彩、不透明水彩和廣告顏料加水的量改變濃度。

結果：

1. 各種顏料的濃度越高，色素越不容易被帶出來，色素大多會集結在末端。
2. 水性筆同一種顏色濃度雖不同，但是上升時所產生的圖案卻是幾乎相同。
3. 不透明水彩、透明水彩和廣告顏料，被水越帶越高，顏色會越來越淡，但是不會像水性筆一樣分離出許多顏色的色素，可能是形成原料不同。
4. 不透明水彩泡成顏料水在紙中上升時，形成了美麗的漸層，好像極地的極光，非常美麗。



研究五 探討在日常生活中毛細現象的應用。

結果：

1. 抹布能將桌面和地面的水擦乾。
2. 毛巾能吸水
3. 衣服洗過後會很濕。
4. 毛筆的筆毛能含有墨水寫字。
5. 洗頭髮後頭髮很濕。
6. 酒精能順著燈芯上升而燃燒。
7. 蠟燭燃燒時，蠟油會沿著棉線上升使蠟燭能繼續燃燒。
8. 花盆的盛水盤中的水，會由順花盆底部的排水孔順著土壤的細縫上升，讓植物吸收。



研究六 善後處理。將實驗中製造的許多廢紙可以回收做成再生紙。

方法：參考附件二

陸、討論：

1. 顏色水在花中上升時，莖和葉和花都會被染色，但是看出來的顏色卻不同，可能是和植物本身的色素產生了混色的結果。例如紅色水在黃色的菊花中上升，結果花瓣呈現橘色。而白玫瑰吸紅、藍、綠三種顏色的水，花瓣都會呈現出這三種顏色，尤其是在花瓣邊緣的地方，顏色最深。吸綠色水的玫瑰花，在花瓣的邊緣會產生藍色的情形。
2. 我們發現水或用水調製的顏色水在紙中上升時，跑得最快的是無色的水。但是像甲醇、乙醚、丙酮這類液體就不會出現這種狀況。
3. 我們發現不會溶解在水中的物質，很難被水帶上升，例如泥巴水中的沙土。但是像糖水、鹽水，在水搬運的過程中味道會漸漸變淡。這種現象似乎和濾水器的濾心相同。
4. 在使用衛生紙吸水的實驗中，我們發現衛生紙捲得越緊的水上升得越快，搬運的也越快。應該是因為搓得越緊的，細縫越多水就越容易上升。在使用不同的布質的實驗中，六角網因為縫隙太大，所以水無法在網中上升。
5. 越濕的紙，水越不容易在上面上升，可能是因為紙中的縫隙已經被水填滿的關係。濕度不大的紙，水在紙中上升時會形成暈開的樣子非常奇特。在另一個實驗中，我們用了各種方法將布或紙上的縫隙填滿，在吸水時發現，被阻塞的地方水較無法順利的上升。有些地方的顏色會較淡，有些地方會留白，形成了不同的花樣。紙張重疊得越多，水上升得越慢，越裡層的紙顏色也越淺。布的狀況也是相同的。所以可以證明液體在紙或布中確實是需要細縫才可以上升。
6. 在條件相同的情況下，水上升的速度不會因為紙的寬度而產生變化，所以紙寬並不會影響水上升的快慢。
7. 毛細現象能作用的高度不是無限的，超過了一定的高度，液體就爬升無力了。
8. 水溫會影響水在紙中上升的快慢。水溫越高，水上升的越快。並且實驗中無論是冰水或是熱水，放久了水溫和當天的氣溫會很接近。
9. 利用毛細現象作色層分析，發現水性筆中的色素較容易被水帶出來，油性筆、水彩和廣告顏料可能是色素原料和水性筆不同，所以被水帶出來的還是本身的顏色。

- 10.水性筆的顏色，有些會殘留在原點，有些會完全被帶上升並分離出來。這應該是因為色素對紙的吸附力不同所造成的。吸附力越強，就越難被帶上升。
- 11.酒精在紙中上升得並不快，但是在培養皿中的酒精卻消失的很多，應該是酒精本身揮發性比較強的關係。
- 12.乙醚在紙中上升時，會產生細細的針狀物。經溫度計測量所有液體的溫度，發現只有乙醚的溫度大約在 5 左右，所以我們覺得應該是空氣中的水蒸氣在乙醚附近突然遇冷所形成的，看起來有一點像「霜」的樣子。
- 13.顏料濃度越高，色素越不容易被帶出來。
- 14.將廢紙製成再生紙，不但可以做環保還可以再利用，更可以少砍很多樹，真是一舉數得。
- 15.若直接用報紙製作再生紙，因為油墨的關係，做出來的紙會比較偏向於灰色。若用白色的紙做出來的再生紙就比較白了。
若在打紙漿的時候放一些青草，或抄紙時放進一些花瓣，做出來的再生紙又別有一番風味了，非常有趣。

柒、結論：

- 1.情人節的花多采多姿，顏色越特殊的價錢越高，不妨自己做做看，可以達到經濟、實惠又有趣的效果。
- 2.由實驗中發現，淨水器的濾心要定期更換是很重要的工作，因為水中的雜質會吸附在上面，若不定期更換，可能水會越過濾越不衛生。
- 3.無論是能溶解或是不能溶解的物質，經由毛細現象的運送，都會產生或多或少的過濾作用。若是糖水或鹽水過濾次數增加，味道一定會越來越淡。
- 4.從課程內得知，兩片玻璃片間的距離越大，水越不容易上升。距離越小，水會像爬牆似的上升越高。正好印證了水無法在六角網中上升，原因是因為六角網的縫隙太大了。
- 5.不同的用途所選的紙或布的質料也不同。例如：夏天要選擇較會吸汗又透氣的衣服，其質料一定不能太厚，纖維不能織得太緊密，就非棉布莫屬了。寫書法的用紙，因為吸水性也要較好，所以也要選擇薄而疏鬆的紙張，例如宣紙、棉紙、京和紙等。下雨時穿的雨衣，質料就一定要不透氣而且不會吸水。

- 6.這次我們實驗中的主要用紙是杯墊紙，質地厚也較硬，一面較光滑，一面較粗糙，結果發現粗糙的一面吸水性比光滑的一面強，可能是粗糙的一面縫隙較多的關係。
- 7.液體的濃度低或密度小，都比較容易在紙中上升。太濃或黏性太高的液體，都不容易在紙中上升。
- 8.色素能被分離的原因，是因為水與紙對色素的吸附力不同所造成的。我們可以利用這種特性製造創意的包裝紙或封面。
- 9.若要完全將顏料裡的色素分離，顏料濃度不宜太高。
- 10.同種原色用不同的液體將色素分離，被分離出來的色素會有所差異。
- 11.從水性筆的顏料分離出來的色素中發現，似乎以紅、藍、黃為主，只是不同的顏色分離出來的色素顏色深淺不同。所以我們可以說，不同顏色的顏料，它是由幾種基本色素以各種不同的比例調合而成的。
- 12.不同的紙有不同的吸水性，若要利用毛細現象做色層分析的實驗，一定要用吸水性較好的紙，才能將色素分離出來。
- 13.做完這一連串的實驗，我們才知道原來「毛細現象」的實驗可以發展得這麼有趣。而且我們平常所見的顏色，它隱藏在裡面的色素並不單純。看起來不起眼的顏色，分離出來的色素可能是最美麗的。
- 14.毛細現象能作用的高度不是無限的，超過了一定的高度，液體就爬升無力了。所以，植物如何能將水分傳到葉子的末梢呢？應該是除了經由根、莖部的導管（毛細管）連續傳送和根部不斷的吸收水分向上擠壓外，葉面水分蒸散也形成了一股將水分向上吸引的力量。在夏天氣溫高，蒸散作用快，植物體內的水分運輸也會隨著加速。



捌、參考資料及其他：

劉文吾 我的第一套科學書 大自然出版社 P49 1995

小小牛頓月刊 29 期 牛頓出版股份有限公司 水會跑 P24 1992

泥爾亞得禮 進入科學世界的圖畫書 水 上誼出版社

泥爾亞得禮 進入科學世界的圖畫書 顏色上誼出版社

泥爾亞得禮 進入科學世界的圖畫書 生長上誼出版社

鄒紀萬 有趣的科學實驗 美勞教育出版公司

鄒紀萬 美術技法變化 美勞教育出版公司

國民小學自然課本第七冊 南一書局

(第三名)

1. 作品說明書製作詳實清楚
2. 取材與研究種類多，水性與油性色素均含蓋在內
3. 表達能力強，團隊合作良好
4. 基本層析概念具備，可惜指導老師未能灌施該原理
5. 能正確檢討與操作變因
6. 未能讓不同性質之色素在不同相展開的原因交代清楚。