

屏東縣第 63 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：彩虹水溶液-看我變變變

關 鍵 詞： 濃度、花青素、分層水溶液（最多三個）

編號：A3006

彩虹水溶液-看我變變變

摘 要

使用紫色高麗菜汁作為酸鹼指示劑，利用它在中性溶液中呈現紫色，在酸性溶液中呈現紅色，在鹼性溶液中則呈現綠色或黃色的原理，成功篩選出七種不同顏色水溶液。利用加入不同匙數的糖或鹽使各色水溶液呈現不同濃度，實驗發現濃度差愈大愈可以成功做出分層水溶液，但顏色變化難以預期，水溶液的酸鹼性在分層中，因為會發生酸鹼中和、或偏酸性、偏鹼性等反應，使得混層顏色變淡、由藍綠變粉色，在酸鹼中和過程及指示劑的作用下仍有不可預期的變化，真可謂顏色變變變。

壹、前言

一、研究動機：

三年級自然課溶解單元，老師讓我們以紫色高麗菜汁加入幾種不同的溶液裡，發現會變色。同時我們還將不同顏色的水溶液加在一起，想呈現不同顏色漸層的樣子，但都失敗，我們看了生活裡的科學-變色飲料怎麼調，發現可以利用糖分濃度不同來進行分層，也可以控制溫度來分層，所以我們利用冰塊來實驗，實驗結果如圖 1，成功做出分層飲料；看到兩三層推疊在一起的飲料，讓我們很興奮。於是決定動手來試試看有沒有辦法做出如彩虹般七彩顏色的漸層水溶液。



圖 1. 控制溫度來分層，利用冰塊來實驗，成功做出分層飲料

二、研究目的

- (一) 利用紫色高麗菜汁加入數種不同酸鹼性溶液製造彩虹顏色。
- (二) 觀察不同匙數的白砂糖加入(一)中溶液後顏色變化。
- (三) 觀察不同匙數的食鹽加入(一)中溶液後顏色變化。
- (四) 觀察將(一)中溶液混合的情形。
- (五) 觀察(二)中溶液混合情形。

(六) 觀察(三)中溶液混合情形。

三、文獻回顧

從文獻中發現，濃度越高的白砂糖水溶液，密度越大，製作彩色水分層試管時必須將濃度高、密度大的溶液先放入試管，比較容易得到清晰的彩色水分層。

濃度是指溶質和溶液的比例，溶質佔溶液的比例越高，濃度就越高，濃度越高時，溶質在溶液中就越密集。

紅、紫、紫紅色等顏色的蔬果、植物中的花青素是一種天然的抗氧化劑，屬水溶性的植物色素，花青素會隨著環境的酸鹼值變化而改變顏色，通常酸性環境下為紅色、鹼性環境為藍色、中性環境呈現紫色。

中和反應是化學反應中複分解反應的一種，是指酸和鹼互相交換組分，生成鹽和水的反應，在中和的過程中，酸中的氫離子和鹼中的氫氧根離子會結合成水。

貳、研究設備及器材

一、實驗器材：

量匙(1/4 茶匙)、燒杯、滴管、試管、試管架、量筒、攪拌棒、秤量紙、水果刀、酸鹼檢測儀、湯勺、砧板、撈網、卡式爐等，如圖 2。



圖 2. 實驗用器材

二、實驗材料：

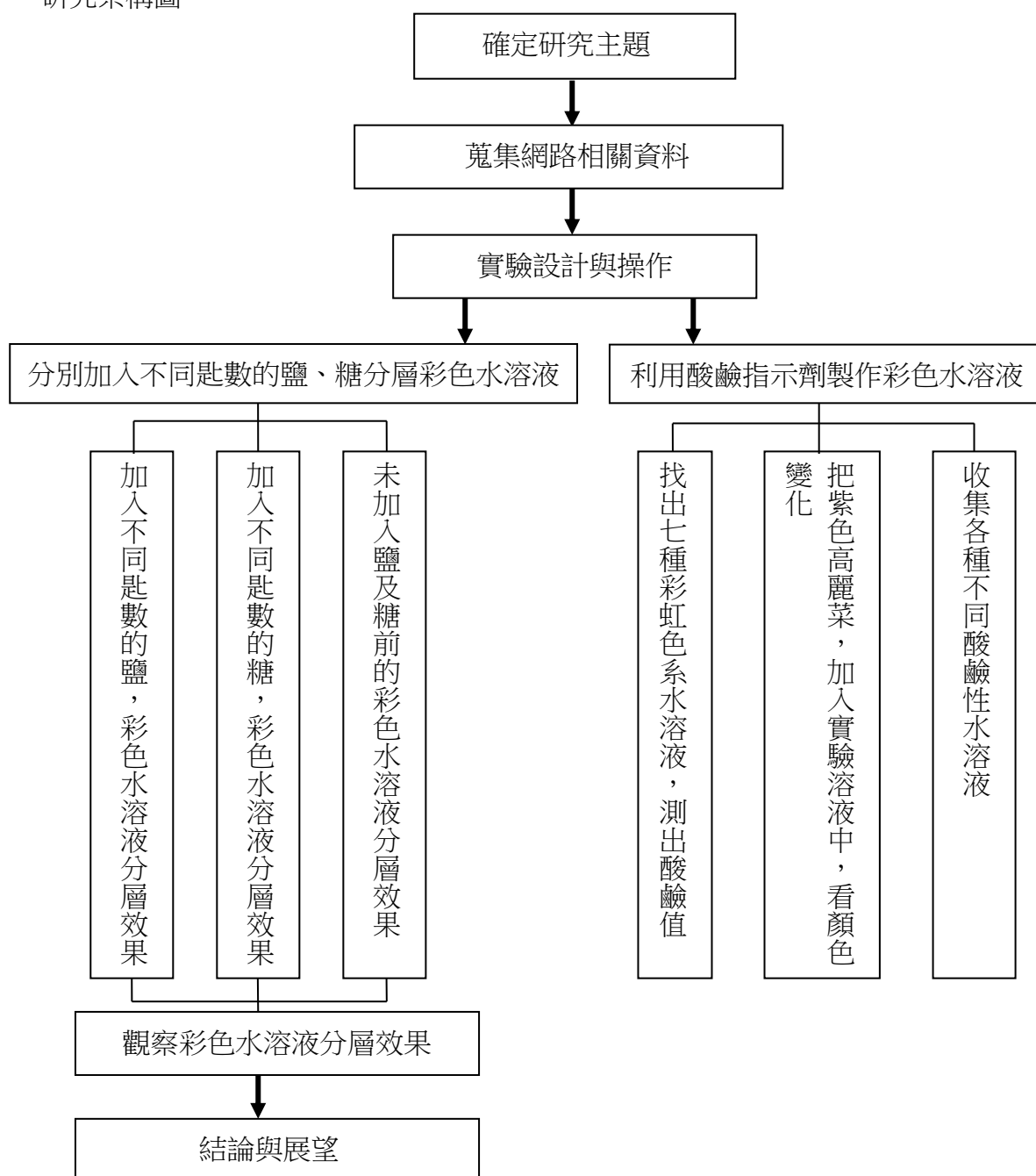
白砂糖、食鹽、紫色高麗菜、蝶豆花、硼酸、紅茶、檸檬酸、鹼性礦泉水、洗碗精、小蘇打粉、綠茶、肥皂水、白醋、寶礦力水等如圖 3。



圖 3.實驗用材料

參、研究過程或方法

一、研究架構圖



二、參考資料

(一) 利用網路蒐集有關「彩色水溶液」，並歸納整理。

1. 紫色高麗菜指示劑在酸性溶液呈現桃紅至橘紅色，在鹼性溶液中呈現藍綠色；紫色高麗菜指示劑對中性溶液無反應，顏色無變化。紫色高麗菜指示劑靜置時間愈長，原汁液顏色愈深。
2. 濃度是指溶質和溶液的比例，溶質佔溶液的比例越高，濃度就越高，濃度越高時，溶質溶液中就越密集。利用不同的濃度組合，搭配不同的色彩，就可做出層次分明又漂亮的彩虹塔。
3. 製作彩色水分層時必須將濃度高、密度大的溶液先放入試管，能成功製作出彩虹漸層水溶液，而其中使用鹽水製作的效果又比用糖水的效果來得更好。但鹽水容易達飽和濃度，是要克服的部分。
4. 各色水溶液濃度倍數的差異越大，分層效果越清楚越穩定；水溶液濃度倍數差異越小，分層線較模糊，分層效果也較不穩定，放久還會有混色的現象。
5. pH 值的範圍從 0 至 14，其中 7 代表中性，當 PH 值低於 7 時，數值越小，酸性越高。當 PH 值高於 7 時均為鹼性，數值越大，鹼性越高。

(二) 討論

根據我們所查到的資料，分成兩個部分進行，首先利用紫色高麗測做為酸鹼指示劑，選擇 7-9 項酸性、中性、鹼性溶液希望製作出七彩的溶液。再分別加入不同匙數的鹽、糖於彩色溶液中製作出不同濃度。

從參考資料知道不同濃度的液體混合時，密度大的會沈在下層，密度小的則會浮在上層。因此決定以 2 種不同匙數的糖，及 2 種不同匙數的鹽製作出來的不同濃度的彩色溶液，觀察分層效果。

三、實驗設計與操作

(一) 利用酸鹼指示劑製作彩色水溶液

利用紫色高麗汁測做為酸鹼指示劑，選擇硼酸水(1)、紅茶(2)、檸檬酸水(3)、鹼性礦泉水(4)、洗碗精(5)、小蘇打粉水(6)、綠茶(7)、肥皂水(8)、白醋(9)、寶礦力水(10)等 10 項酸性、中性、鹼性溶液，利用酸鹼檢測儀測出酸鹼值，並以 100 毫升水溶液滴入 10 毫升紫色高麗菜汁 (11)製作出彩色水溶液，並從中挑選檸檬酸水(3) 綠茶(7)、小蘇打粉水(6)、洗碗精(5)、鹼性礦泉水(4)、硼酸(1)、紅茶(2)、肥皂水(8)、白醋(9)、寶礦力水(10)、

紫色高麗汁(11)等 7 項彩虹色系水溶液。

(二)利用不同匙數的鹽及糖分層彩色水溶液

步驟一：用滴管吸取 2 毫升彩色水溶液依序加入試管中。

順序一：從最酸到最鹼(3.1.7.11.5.4.6)

順序二：從最鹼到最酸(6.4.5.11.7.1.3)

順序三：依顏色紅、橙、綠、藍、靛、紫、深紫(3.7.6.5.4.1.11)

順序四：依顏色深紫、紫、靛、藍綠、綠、橙、紅(11.1.4.5.6.7.3)

步驟二：以 1、3、5、7、9、11、13 等匙數的糖分別加入 100 毫升彩色水溶液中。再依照步驟一順序以滴管吸取 2 毫升彩色水溶液於試管中。

步驟三：以 1、5、10、15、20、25、30 等匙數的糖分別加入 100 毫升彩色水溶液中，再依照步驟一順序以滴管吸取 2 毫升彩色水溶液於試管中。

步驟四：以 1、3、5、7、9、11、13 等匙數的鹽分別加入 100 毫升彩色水溶液中，再依照步驟一順序以滴管吸取 2 毫升彩色水溶液於試管中。

步驟五：以 1、4、7、10、13、16、19 等匙數的鹽分別加 100 毫升彩色水溶液中，再依照步驟一順序以滴管吸取 2 毫升彩色水溶液於試管中。

(三)注意事項：

1. 實驗中利用滴管時，力道不可過大，最好沿著管壁，讓彩色水溶液沿著管壁緩緩滴入。
2. 考慮食鹽溶解量，因此糖和食鹽的匙數不同，但本實驗為觀察不同濃度及濃度差異製作出分層水溶液的情形，因此不受影響。

肆、研究結果

一、利用酸鹼指示劑製作彩色水溶液

(一)利用酸鹼檢測儀測出酸鹼值硼酸(1)、紅茶(2)、檸檬酸(3)、鹼性礦泉水(4)、洗碗精(5)、小蘇打粉(6)、綠茶(7)、肥皂水(8)、白醋(9)、寶礦力水(10)等 10 項水溶液。

(二)利用紫色高麗菜做為酸鹼指示劑，以 100 毫升水溶液滴入 10 毫升紫色高麗菜汁，顏色變化如圖 4。



圖 4.滴入紫色高麗菜 10 種水溶液顏色變化

表 1. 步驟(一)及(二)的實驗結果

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
名稱	硼酸	紅茶	檸檬酸	鹼性礦泉水	洗碗精	小蘇打粉	綠茶	肥皂水	白醋	寶礦力水	紫色高麗菜汁
酸鹼值	4.6	6.0	1.9	8.5	8.2	8.9	6.3	9.0	2.6	3.4	6.5
顏色	紫	橙	紅	靛	藍綠	綠	橙	淺綠	紅	粉紫	深紫

(三)並從中挑選 7 種彩虹色系水溶液如圖 5.，排列如表 2.



圖 5.留下實驗用 7 種彩虹色系水溶液

表 2.彩虹色系水溶液

編號	3	7	6	5	4	1	11
名稱	檸檬酸	綠茶	小蘇打粉	洗碗精	鹼性礦泉水	硼酸	紫色高麗菜汁
酸鹼值	1.9	6.3	8.9	8.2	8.5	4.6	6.5
顏色	紅	橙	綠	藍綠	靛	紫	深紫

二、利用不同匙數的鹽及糖分層彩色水溶液

(一)步驟一：彩色水溶液未加入糖或食鹽時，用滴管吸取 2 毫升彩色水溶液依序加入試管中，實驗結果如圖 6.。

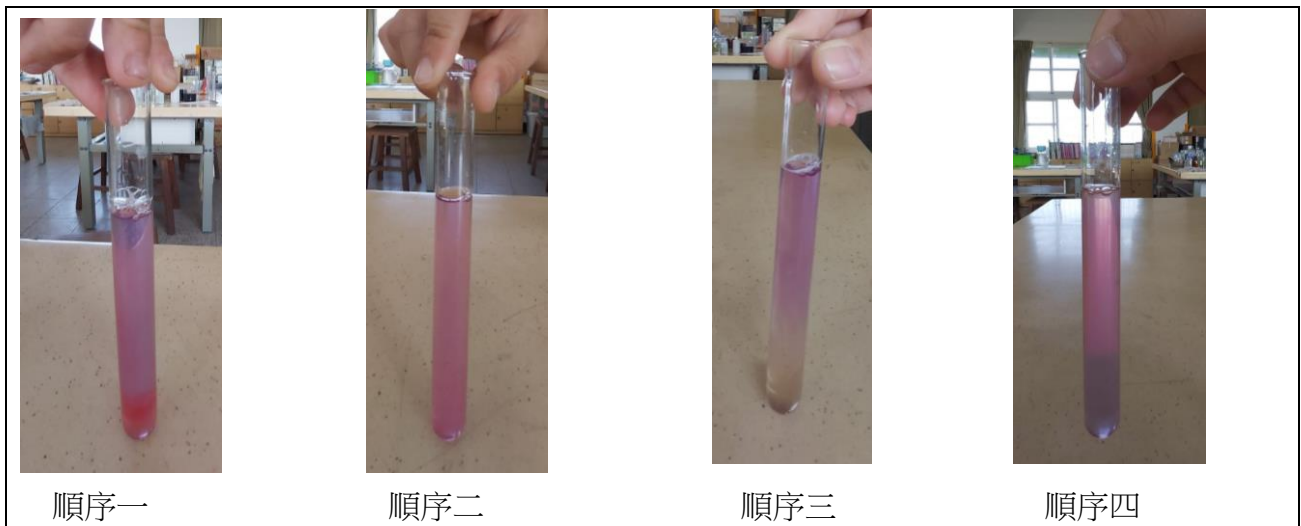


圖 6.步驟一中四種順序實驗結果

順序一：從最酸到最鹼排列順序如表 3.

表 3.水溶液最酸到最鹼排列

編號	3	1	7	11	5	4	6
名稱	檸檬酸	硼酸	綠茶	紫色高麗菜汁	洗碗精	鹼性礦泉水	小蘇打粉
酸鹼值	1.9	4.6	6.3	6.5	8.2	8.5	8.9
顏色	紅	紫	橙	深紫	藍綠	靛	綠

實驗觀察：加入檸檬酸呈現紅色，依序加入硼酸、綠茶、紫色高麗菜過程中顏色無漸層，僅顏色混在一起；加入洗碗精、鹼性礦泉水、小蘇打粉產生開始漸層，出現紅色及粉紅色二層。

順序二：從最鹼到最酸排列順序如表 4.

表 4.水溶液最鹼到最酸排列

編號	6	4	5	11	7	1	3
名稱	小蘇打粉	鹼性礦泉水	洗碗精	紫色高麗菜汁	綠茶	硼酸	檸檬酸
酸鹼值	8.9	8.5	8.2	6.5	6.3	4.6	1.9
顏色	綠	靛	藍綠	深紫	橙	紫	紅

實驗觀察：依序加入小蘇打粉、鹼性礦泉水、洗碗精、紫色高麗菜汁並無分層顏色混在一起呈粉色，加入綠茶友出現漸層橙，加入硼酸漸層變不見，加入檸檬酸顏色混和呈粉紅色。

順序三：依顏色紅、橙、綠、藍綠、靛、紫、深紫排列順序如表 5.

表 5.水溶液顏色排列順序

編號	3	7	6	5	4	1	11
名稱	檸檬酸	綠茶	小蘇打粉	洗碗精	鹼性礦泉水	硼酸	紫色高麗菜汁
酸鹼值	1.9	6.3	8.9	8.2	8.5	4.6	6.5
顏色	紅	橙	綠	藍綠	靛	紫	深紫

實驗觀察：依序加入檸檬酸、綠茶、小蘇打粉、洗碗精、鹼性礦泉水、硼酸無呈現分層現象，混色變成淺橘色，加入紫色高麗菜汁漸層粉紫色，產生兩層下層透明、上層粉紫色，同時發現加入小蘇打粉會有泡泡產生，像汽水一般。

順序四：依顏色深紫、紫、靛、藍綠、綠、橙、紅排列順序如表 6.

表 6. 水溶液顏色排列順序

編號	11	1	4	5	6	7	3
名稱	紫色高麗菜汁	硼酸	鹼性礦泉水	洗碗精	小蘇打粉	綠茶	檸檬酸
酸鹼值	6.5	4.6	8.5	8.2	8.9	6.3	1.9
顏色	深紫	紫	靛	藍綠	綠	橙	紅

實驗觀察：加入紫色高麗菜汁、硼酸、鹼性礦泉水、洗碗精、小蘇打粉混合成紫色，加入綠茶出現橘色分層，再加入檸檬酸與橘色混合成粉紅，最後出現兩層-透明紫與粉紅。

(二) 步驟二：以 1、3、5、7、9、11、13 等匙數的糖分別加入 100 毫升彩色水溶液中。再用滴管吸取 2 毫升彩色水溶液依濃度高到低加入試管中，實驗結果如圖 7。

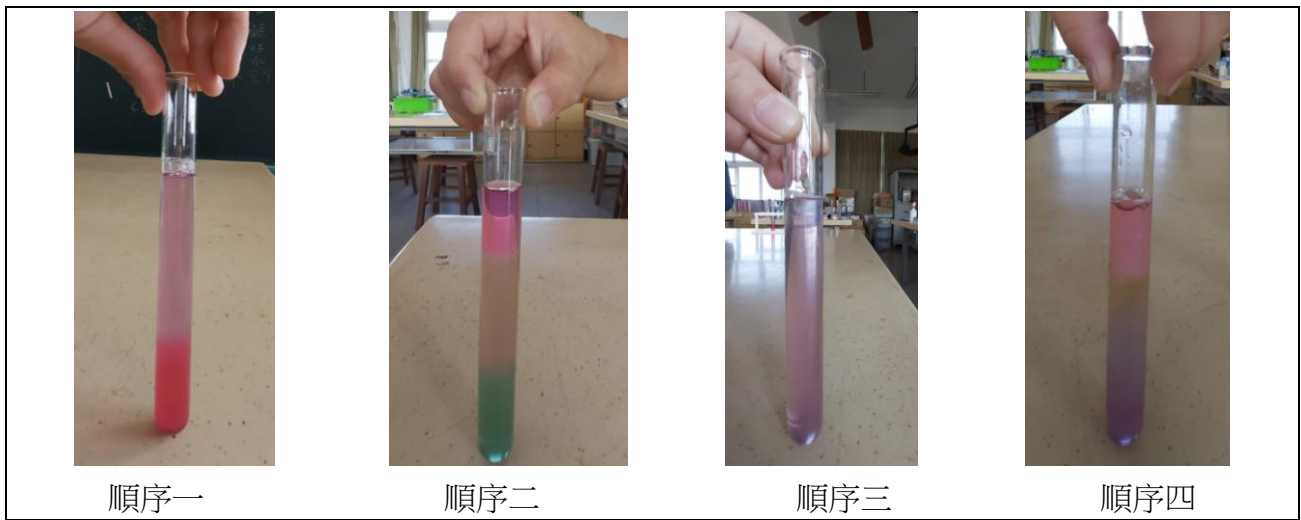


圖 7.步驟二中四種順序實驗結果

順序一：從最酸到最鹼排列順序如表 7.

表 7. 水溶液從最酸到最鹼排列順序

編號	3	1	7	11	5	4	6
名稱	檸檬酸	硼酸	綠茶	紫色高麗菜汁	洗碗精	鹼性礦泉水	小蘇打粉
酸鹼值	1.9	4.6	6.3	6.5	8.2	8.5	8.9
顏色	紅	紫	橙	深紫	藍綠	靛	綠
糖匙數	1	11	3	13	7	9	5

實驗觀察：加入檸檬酸、硼酸、綠茶混色成紅色，加入紫色高麗菜汁部分變淺粉紅色，加入洗碗精、鹼性礦泉水、小蘇打粉部分變透明紫，共三層。

順序二：從最鹼到最酸排列順序如表 8.

表 8.水溶液最鹼到最酸排列

編號	6	4	5	11	7	1	3
名稱	小蘇打粉	鹼性礦泉水	洗碗精	紫色高麗菜汁	綠茶	硼酸	檸檬酸
酸鹼值	8.9	8.5	8.2	6.5	6.3	4.6	1.9
顏色	綠	靛	藍綠	深紫	橙	紫	紅
糖匙數	5	9	7	13	3	11	1

實驗觀察：加入小蘇打粉、鹼性礦泉水、洗碗精混合成綠色，再加入紫色高麗菜汁、綠茶出現第二層的透明黃，加入硼酸、檸檬酸出現粉紅色第三層。

順序三：依顏色紅、橙、綠、藍綠、靛、紫、深紫排列順序如表 9

表 9. 水溶液顏色排列順序

編號	3	7	6	5	4	1	11
名稱	檸檬酸	綠茶	小蘇打粉	洗碗精	鹼性礦泉水	硼酸	紫色高麗菜汁
酸鹼值	1.9	6.3	8.9	8.2	8.5	4.6	6.5
顏色	紅	橙	綠	藍綠	靛	紫	深紫
糖匙數	1	3	5	7	9	11	13

實驗觀察：加入檸檬酸、綠茶有橘色產生，加入小蘇打粉、洗碗精、鹼性礦泉水、硼酸混成淺紫色，加入紫色高麗菜汁整管變紫色。

順序四：依顏色紅、橙、綠、藍、靛、紫、深紫排列順序如表 10.

表 10. 水溶液顏色排列順序

編號	11	1	4	5	6	7	3
名稱	紫色高麗菜汁	硼酸	鹼性礦泉水	洗碗精	小蘇打粉	綠茶	檸檬酸
酸鹼值	6.5	4.6	8.5	8.2	8.9	6.3	1.9
顏色	深紫	紫	靛	藍綠	綠	橙	紅
糖匙數	13	11	9	7	5	3	1

實驗觀察：加入紫色高麗菜汁、硼酸、鹼性礦泉水、洗碗精、小蘇打粉混成紫色，加入綠茶有淺紫色漸層，加入綠茶出現橘色漸層，加入檸檬酸出現粉紅色漸層，共四層。

步驟三：以 1、5、10、15、20、25、30 等匙數的糖分別加入 50 毫升彩色水溶液中，再用滴管吸取 2 毫升彩色水溶液依濃度高到低加入試管中，實驗結果如圖 8。

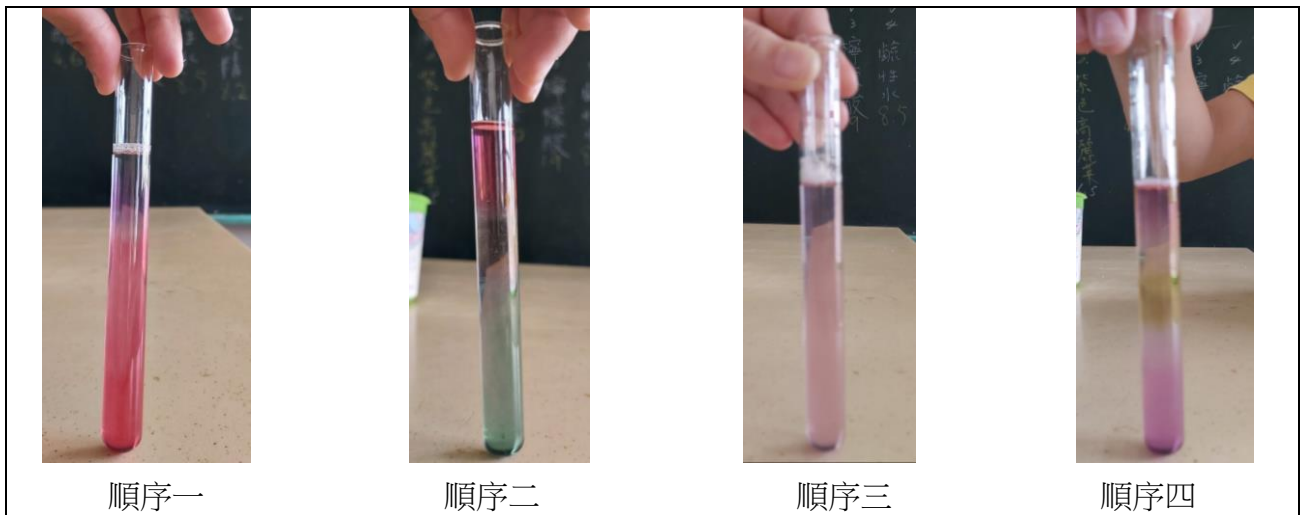


圖 8.步驟三中四種順序實驗結果

順序一：從最酸到最鹼排列順序如表 11.

表 11. 水溶液從最酸到最鹼排列順序

編號	3	1	7	11	5	4	6
名稱	檸檬酸	硼酸	綠茶	紫色高麗菜汁	洗碗精	鹼性礦泉水	小蘇打粉
酸鹼值	1.9	4.6	6.3	6.5	8.2	8.5	8.9
顏色	紅	紫	橙	深紫	藍綠	靛	綠
糖匙數	1	25	5	30	15	20	10

實驗觀察：加入檸檬酸、硼酸、綠茶、紫色高麗菜汁、洗碗精混成紅色，加入鹼性礦泉水有藍色出現，加入小蘇打粉後呈現藍色和紅色漸層。

順序二：從最鹼到最酸從最鹼到最酸排列順序如表 12.

表 12.水溶液最鹼到最酸排列

編號	6	4	5	11	7	1	3
名稱	小蘇打粉	鹼性礦泉水	洗碗精	紫色高麗菜汁	綠茶	硼酸	檸檬酸
酸鹼值	8.9	8.5	8.2	6.5	6.3	4.6	1.9
顏色	綠	靛	藍綠	深紫	橙	紫	紅
糖匙數	10	20	15	30	5	25	1

實驗觀察：加入小蘇打粉、鹼性礦泉水、洗碗精混成綠色，加入紫色高麗菜汁、綠茶呈現透明黃漸層，加入硼酸、檸檬酸出現粉紅色漸層，呈現三層。

順序三：依顏色紅、橙、綠、藍綠、靛、紫、深紫排列順序如表 13.

表 13. 水溶液顏色排列順序

編號	3	7	6	5	4	1	11
名稱	檸檬酸	綠茶	小蘇打粉	洗碗精	鹼性礦泉水	硼酸	紫色高麗菜汁
酸鹼值	1.9	6.3	8.9	8.2	8.5	4.6	6.5
顏色	紅	橙	綠	藍綠	靛	紫	深紫
糖匙數	1	5	10	15	20	25	30

實驗觀察：加入檸檬酸、綠茶、小蘇打粉整管粉色，加入洗碗精變整管淺紫色，加入鹼性礦泉水、硼酸變淺紫，加入紫色高麗菜汁整管變淺紫色。

順序四：依顏色紅、橙、綠、藍、靛、紫、深紫排列順序如表 14.

表 14. 水溶液顏色排列順序

編號	11	1	4	5	6	7	3
名稱	紫色高麗菜汁	硼酸	鹼性礦泉水	洗碗精	小蘇打粉	綠茶	檸檬酸
酸鹼值	6.5	4.6	8.5	8.2	8.9	6.3	1.9
顏色	深紫	紫	靛	藍綠	綠	橙	紅
糖匙數	30	25	20	15	10	5	1

實驗觀察：加入紫色高麗菜汁、硼酸、鹼性礦泉水混色呈紫色，加入洗碗精出現淺紫色漸層，加入小蘇打粉、綠茶出現黃色漸層，加入檸檬酸出現粉紅色漸層，共呈現四層紫、淺紫、黃色、透明粉紅。

步驟四：以 1、3、5、7、9、11、13 等匙數的鹽分別加入 100 毫升彩色水溶液中，再用滴管吸取 2 毫升彩色水溶液依濃度高到低加入試管中，實驗結果如圖 9。

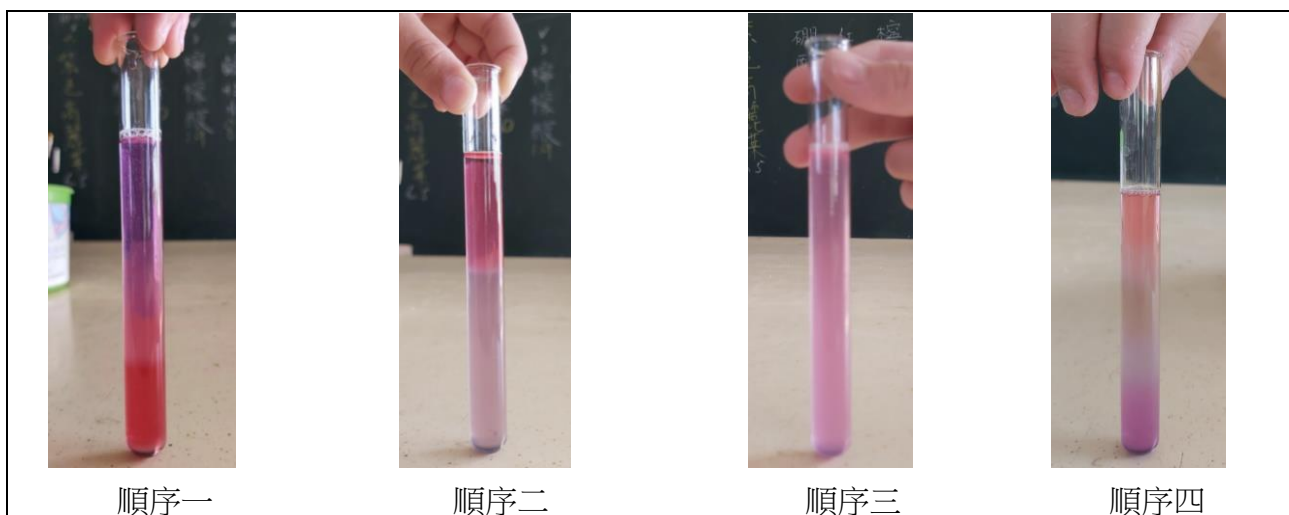


圖 9.步驟四中四種順序實驗結果

順序一：從最酸到最鹼排列順序如表 15.

表 15. 水溶液從最酸到最鹼排列順序

編號	3	1	7	11	5	4	6
名稱	檸檬酸	硼酸	綠茶	紫色高麗菜汁	洗碗精	鹼性礦泉水	小蘇打粉
酸鹼值	1.9	4.6	6.3	6.5	8.2	8.5	8.9
顏色	紅	紫	橙	深紫	藍綠	靛	綠
鹽匙數	1	11	3	13	7	9	5

實驗觀察：加入檸檬酸、硼酸、綠茶混成紅色，加入紫色高麗菜汁全變桃紅，加入洗碗精有漸層淺粉紅色，加入鹼性礦泉水有深藍色出現，但加入小蘇打粉混成紫色，最後呈現三層漸層深紅.粉紅.淺紫色。

順序二：從最鹼到最酸從最鹼到最酸排列順序如表 16.

表 16.水溶液最鹼到最酸排列

編號	6	4	5	11	7	1	3
名稱	小蘇打粉	鹼性礦泉水、	洗碗精	紫色高麗菜汁	綠茶	硼酸	檸檬酸
酸鹼值	8.9	8.5	8.2	6.5	6.3	4.6	1.9
顏色	綠	靛	藍綠	深紫	橙	紫	紅
鹽匙數	5	9	7	13	3	11	1

實驗觀察：加入小蘇打粉、鹼性礦泉水、洗碗精整管呈現綠色，加入紫色高麗菜汁部分變透明，加入綠茶透明部分愈多，加入硼酸、檸檬酸有漸層的粉紅色，最後呈現三層綠色、透明、粉紅色。

順序三：依顏色紅、橙、綠、藍綠、靛、紫、深紫排列順序如表 17.

表 17. 水溶液顏色排列順序

編號	3	7	6	5	4	1	11
名稱	檸檬酸	綠茶	小蘇打粉	洗碗精	鹼性礦泉水	硼酸	紫色高麗菜汁
酸鹼值	1.9	6.3	8.9	8.2	8.5	4.6	6.5
顏色	紅	橙	綠	藍綠	靛	紫	深紫
鹽匙數	1	3	5	7	9	11	13

實驗觀察：加入檸檬酸、綠茶、小蘇打粉、洗碗精整管混成淺紫色，再加入紫色高麗菜汁整管變紫色。

一、 順序四：依顏色紅、橙、綠、藍、靛、紫、深紫排列順序如表 18.

表 18. 水溶液顏色排列順序

編號	11	1	4	5	6	7	3
名稱	紫色高麗菜汁	硼酸	鹼性礦泉水	洗碗精	小蘇打粉	綠茶	檸檬酸
酸鹼值	6.5	4.6	8.5	8.2	8.9	6.3	1.9
顏色	深紫	紫	靛	藍綠	綠	橙	紅
糖匙數	13	11	9	7	5	3	1

實驗觀察：加入紫色高麗菜汁、硼酸呈現紫色，加入鹼性礦泉水部分變透明，加入洗碗精透明部分變更多，加入小蘇打粉透明又更多，加入綠茶有少些淡黃色出現，加入檸檬酸中間出現透明，上面粉色，呈現五層紫.透明.淡黃色.透明.粉紅。

步驟五：以 1、4、7、10、13、16、19 等匙數的鹽分別加 100 毫升彩色水溶液中，再用滴管吸取 2 毫升彩色水溶液依濃度高到低加入試管中，實驗結果如圖 10。

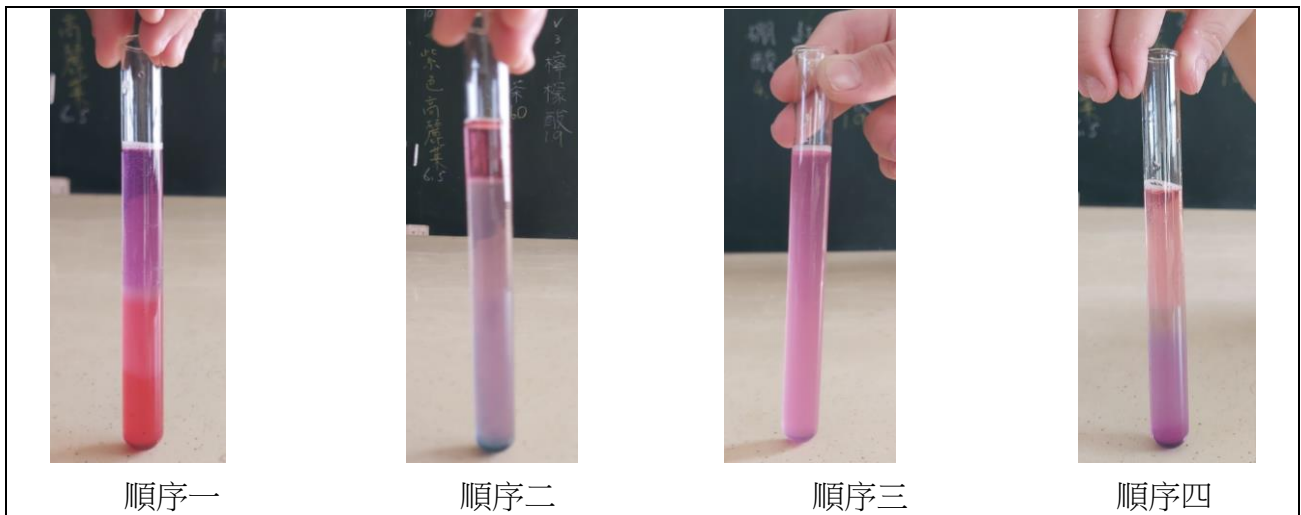


圖 10.步驟五中四種順序實驗結果

順序一：從最酸到最鹼排列順序如表 19.

表 19. 水溶液從最酸到最鹼排列順序

編號	3	1	7	11	5	4	6
名稱	檸檬酸	硼酸	綠茶	紫色高麗菜汁	洗碗精	鹼性礦泉水	小蘇打粉
酸鹼值	1.9	4.6	6.3	6.5	8.2	8.5	8.9
顏色	紅	紫	橙	深紫	藍綠	靛	綠
鹽匙數	1	16	4	19	10	13	7

實驗觀察：加入檸檬酸、硼酸整管呈現紅色，加入綠茶、紫色高麗菜汁有漸層的粉紅色，加入洗碗精、鹼性礦泉水、小蘇打粉出現漸層的紫色，最後呈現三層漸層紅、粉紅紫色。

順序二：從最鹼到最酸排列順序如表 20.

表 20.水溶液最鹼到最酸排列

編號	6	4	5	11	7	1	3
名稱	小蘇打粉	鹼性礦泉水	洗碗精	紫色高麗菜汁	綠茶	硼酸	檸檬酸
酸鹼值	8.9	8.5	8.2	6.5	6.3	4.6	1.9
顏色	綠	靛	藍綠	深紫	橙	紫	紅
鹽匙數	7	13	10	19	4	16	1

實驗觀察：加入小蘇打粉、鹼性礦泉水、洗碗精整管綠色，加入紫色高麗菜汁全部變淺紫色，加入綠茶淺紫色，加入硼酸、檸檬酸有漸層粉紅色，最後呈現三層綠、淺紫、粉紅色。

順序三：依顏色紅、橙、綠、藍綠、靛、紫、深紫排列順序如表 21

表 21. 水溶液顏色排列順序

編號	3	7	6	5	4	1	11
名稱	檸檬酸	綠茶	小蘇打粉	洗碗精	鹼性礦泉水	硼酸	紫色高麗菜汁
酸鹼值	1.9	6.3	8.9	8.2	8.5	4.6	6.5
顏色	紅	橙	綠	藍綠	靛	紫	深紫
鹽匙數	1	4	7	10	13	16	19

實驗觀察：加入檸檬酸、綠茶、小蘇打粉、洗碗精整管混成淺紫色，加入鹼性礦泉水、硼酸，再加入紫色高麗菜汁整管變紫色。

順序四：依顏色紅、橙、綠、藍、靛、紫、深紫排列順序如表 22.

表 22. 水溶液顏色排列順序

編號	11	1	4	5	6	7	3
名稱	紫色高麗菜汁	硼酸	鹼性礦泉水	洗碗精	小蘇打粉	綠茶	檸檬酸
酸鹼值	6.5	4.6	8.5	8.2	8.9	6.3	1.9
顏色	深紫	紫	靛	藍綠	綠	橙	紅
糖匙數	19	16	13	10	7	4	1

實驗觀察：加入紫色高麗菜汁、硼酸、鹼性礦泉水呈紫色，加入洗碗精有漸層的淺紫色，加入小蘇打粉出現部分透明，加入綠茶有淡黃色漸層，加入檸檬酸淡黃色變少，粉色變多，最後呈現四層紫、淺紫、淡黃色、粉紅。






伍、討 論

- 一、 預期目標：經過紫色高麗菜加入酸性、中性、鹼性溶液產生的彩色水溶液來進行探究，實驗預期將不同匙數的糖及鹽選出的七管水溶液中，從文獻探究中

知道濃度愈重放在最底層，依序上疊效果最好，期望能做出彩虹般七彩顏色分層效果。

二、 分析結果：將五項的實驗步驟，以相同的順序滴入，分析其效果，如表 23。

表 23.五個實驗步驟的比較

順序 步驟	順序一	順序二	順序三	順序四
步驟一				
步驟二				
步驟三				
步驟四				
步驟五				

- 1、發現步驟一未加入糖或食鹽改變濃度的分層效果較差，顯示濃度會影響分層情形。
- 2、步驟三分層效果比步驟二好，顯示加入糖的濃度差異愈大，分層效果愈好。
- 3、步驟五分層效果比步驟四好，顯示加入食鹽的濃度差異愈大，分層效果愈好。
- 4、其中順序三，如圖 11，依顏色紅、橙、綠、藍、靛、紫、深紫，其濃度為低到高，

越低濃度在下層，因此每次滴入濃度較高的水溶液就往下沉，不易產生分層，且因為酸鹼混合，水溶液偏向酸性，顏色混合成粉色。

- 5、其中順序四，如圖 12.，依深紫、紫、靛、藍綠、綠、橙、紅，其濃度為高到低滴入，分層效果最好，顯示濃度愈高在下層，依序往上，較能製造出分層效果，但實驗中仍會受酸鹼混合的影響使顏色偏酸性反應。
- 6、所有實驗中僅順序二，如圖 13.，下層保留綠色偏鹼性，且下層濃度高，上層滴入酸性濃度低偏粉色，並沒有混合再一起，顯示濃度可以成功做出分層效果。
- 7、實驗中未能比較出加食鹽的分層效果比糖好，但因為食鹽的溶解度較低，實驗會有所受限。
- 8、試管顏色普遍變但甚至出現透明色性，研判是因為酸鹼混層時中和產生水所引起。



圖 11.步驟三實驗情形



圖 12.步驟四實驗情形



圖 13.步驟二實驗情形

二、 實驗改善方案：

實驗結果雖能驗證濃度會影響分層效果，但水溶液的酸鹼導致中和時發生的反應，如：產生氣泡、顏色變淡、由藍綠變粉紅，使結果並未能達成我們預期目標，成功做出彩虹色系分層；因此，我們決定改變濃度的順序及加大濃度差異，以順序二，從最鹼到最酸，以 50 毫升小蘇打粉水、鹼性礦泉水、洗碗精、紫色高麗菜汁、綠茶、硼酸水、檸檬酸水等水溶液，依序加入 30、25、20、15、10、5、0 平匙的糖，如圖 14.，希望能有更漂亮的分層效果。



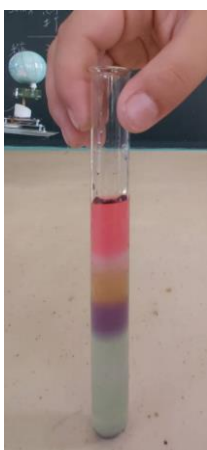
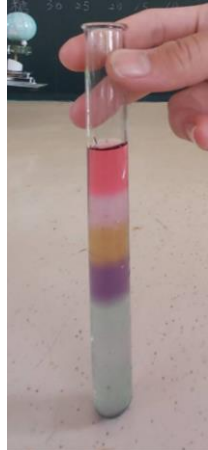


圖 14. 從右至左呈現鹼到酸

修正實驗以糖作為溶質而非食鹽，是因為食鹽溶解量小，擔心會形成飽和溶液，無法完成實驗。

實驗結果如圖 24.經過實驗的修正後成功做出分層水溶液，由下至上呈現綠、透明、綠、紫、橘黃、透明、粉紅。更加驗證濃度差異能成功分層，由鹼到酸會因濃度而保留色系，但實驗過程中，因為操作者滴入溶液的快慢及高度，亦會影響分層效果，產生些許差異。

表 24. 改善方案實驗結果

實驗者	一	二	三	四
實驗照片				
成果說明	分成 6 層，綠、淺綠、紫、橘、透明、紅	分成 7 層，綠、透明、綠、紫、橘黃、透明、粉紅	分成 7 層，綠、透明、綠、紫、橘黃、淺粉、紅	分成 7 層，淺綠、透明、淺綠、紫、黃、透明、粉紅

陸、結 論

以檸檬酸(3) 綠茶(7)、小蘇打粉(6)、洗碗精(5)、鹼性礦泉水(4)、硼酸(1)、紅茶(2)、肥皂水(8)、白醋(9)、寶礦力水(10)、紫色高麗汁(11)等 7 項彩虹色系水溶液作為分層實驗要素。

透過步驟一無加入糖和鹽，步驟二以 1、3、5、7、9、11、13 等匙數的糖分別加入 100 毫升彩色水溶液中，步驟三以 1、5、10、15、20、25、30 等匙數的糖分別加入 100 毫升彩色水溶液中，步驟四以 1、3、5、7、9、11、13 等匙數的鹽分別加入 100 毫升彩色水溶液中，步驟五以 1、4、7、10、13、16、19 等匙數的鹽分別加 100 毫升彩色水溶液中，再分成從最酸到最鹼，從最鹼到最酸，依顏色紅、橙、綠、藍、靛、紫、深紫，依顏色深紫、紫、靛、藍、綠、綠、橙、紅，四種不同滴入順序。用滴管各吸取 2 毫升彩色水溶液依序加入試管中。

實驗結果並無預期分層效果，雖有分層現象，但都不明顯，且多管為粉色，檢視七種水溶液酸鹼性，發現混合後偏酸性，在指示劑紫色高麗菜汁的反應下呈現粉色。又因酸鹼中和的反應下產生水使得試管中顏色變淡粉紅、淡紫色或透明色。

修正實驗步驟，改變水溶液濃度的順序及加大濃度差異，從最鹼到最酸，以 50 毫升小蘇打粉水、鹼性礦泉水、洗碗精、紫色高麗菜汁、綠茶、硼酸水、檸檬酸水等水溶液，依序加入 30、25、20、15、10、5、0 平匙的糖，成功作出分層效果，終於成功做出分層水溶液，分成 7 層，淺綠、透明、淺綠、紫、黃、透明、粉紅。顯示糖加入水溶液濃度差異愈大，效果愈好，由鹼到酸較不容易產生酸鹼中和情形，保留色系效果較佳。

柒、參考資料

- [1] 國小學生萃取天然酸鹼指示劑來製作彩色水餃 / 劉宜衡
<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=36187>
- [2] 大自然的奇幻色彩自製天然指示劑。金門地區第 58 屆中小學科學展覽會作品說明書
<https://science.km.edu.tw/storage/media/1644/5acada59b04e7.pdf>
- [3] 「層層」好滋味-從漸層飲料探討水溶液密度關係。新北市 105 學年度中小學科學展覽會作品說明書。
- [4] 彩虹天使變變變。嘉義市第 31 屆中小學科學展覽會作品說明書
- [5] 蝶飛「凍」舞。屏東地區第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書
- [6] 【生活裡的科學】20170831 - 變色飲料怎麼調
<https://www.youtube.com/watch?v=Ovafwhebjk&t=1178s>
- [7] 維基百科酸鹼中和
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%AD%E5%92%8C%E5%8F%8D%E5%BA%94>