

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

探究精神獎

080208

「一」「試」搞定

學校名稱：桃園市桃園區西門國民小學

作者： 小五 朱舒瑛 小五 鄒丞傑 小五 葉侑承 小五 李怡萱 小五 劉晉嘉 小五 程品臻	指導老師： 滕耀芬 陳紀美
---	-----------------------------

關鍵詞：酸鹼指示劑、花青素、廣用試紙

摘要

延續國小五上自然水溶液酸鹼指示劑實驗，購買石蕊試紙時，意外接觸「廣用試紙」，才知道廣用試紙很好用！只用一張，就能知道水溶液的性質，還能檢測水溶液的 pH 值。但廣用試紙很貴！我們想要改善檢測水溶液性質時，必須使用紅、藍色石蕊試紙的缺點，經由一連串的實驗，我們發現：

1. 以紫色高麗菜汁製成的試紙，能改善石蕊試紙的缺點，只用一張，就可測得水溶液的性質。
2. 有些有色蔬果製成的酸鹼指示劑，顏色變化具有規律性，可以做出精準的蔬果酸鹼試紙，檢測不同 pH 值的水溶液。
3. 我們研發的蘋果試紙，具有天然環保、價格低廉、檢測準確、可自製的優點，可以改善紫色高麗菜不易取得及價格昂貴的缺點，讓水溶液酸鹼指示劑教學活動更有趣。

壹、研究動機

在國小五上自然「水溶液」單元，我們學習到水溶液分為酸性、鹼性和中性三類。為了檢驗水溶液的性質，要使用紅、藍色石蕊試紙來檢測，讓紅色石蕊試紙變藍色是鹼性，藍色石蕊試紙變紅色是酸性，二者都不變色是中性水溶液。之後使用紫色高麗菜汁做為酸鹼指示劑檢測水溶液的酸鹼性，將紫色高麗菜汁加到水溶液中，如果水溶液呈紅色系就是酸性；水溶液呈藍綠色系就是鹼性；水溶液呈紫色系就是中性。

於是我們突發奇想，何不利用紫色高麗菜汁來自製「酸鹼試紙」呢？這樣不是就可以改善紅、藍石蕊試紙要使用兩張的缺點，**只用 1 張就可以達成檢測水溶液性質的目的**了呢？於是我們利用課本的實驗方法取得紫色高麗菜汁，展開實驗。我們也查考文獻，利用市售的蔬菜和水果進行實驗，尋找實驗材料、提出假設，設計並操作實驗，研究和實驗過程中與老師討論並修正，進行一連串有趣實驗。

「廣用試紙」是一種檢測水溶液酸鹼性的試紙，我們對「廣用試紙」做了文獻探討，了解其特性與作用後，結合我們的研究，希望可以研發具有廣用試紙精準度的蔬果酸鹼試紙，與老師討論後，進行多次實驗，自製了多種蔬果酸鹼試紙，並在實驗與檢測過程中探討自製蔬果酸鹼試紙的優缺點。

貳、研究目的

- 一、認識石蕊試紙、廣用試紙、花青素。
- 二、以紫色高麗菜汁為例，自製酸鹼試紙，探究使用各類紙材的優缺點及檢測水溶液酸鹼性的顏色變化。
- 三、探究市售蔬果做成酸鹼指示劑和試紙，檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液後之實驗結果。
- 四、探究自製蔬果酸鹼試紙，研發蘋果酸鹼試紙。
- 五、探究自製蘋果酸鹼試紙與廣用試紙的優缺點。
- 六、探究市售酸鹼測試液製成試紙與蘋果酸鹼試紙，檢測水溶液後的試紙顏色差異性及優劣。

參、研究設備與器材

一、實驗材料

- (1)紫色高麗菜 (2)蝶豆花 (3)紅鳳菜 (4)紅莧菜 (5)葡萄皮 (6)胡蘿蔔 (7)紫心地瓜
- (8)紅肉火龍果 (9)紫洋葱 (10)洛神花 (11)甜菜根 (12)蘋果皮 (13)紅肉火龍果皮
- (14)薑黃 (15)黑豆 (16)藍莓 (17)茄子 (18)紅甜椒 (19)黃甜椒 (20)櫻桃 (21)小蕃茄

二、實驗器材

- (1)pH 計 (2)電子磅秤 (3)熱水壺 (4)電磁爐 (5)鍋具 (6)燒杯 (7)攪拌棒 (8)滴管
- (9)塑膠淺盤 (10)試管 (11)試管架 (12)濾網、過濾袋 (13)石蕊試紙 (14)廣用試紙
- (15)保鮮膜 (16)茶匙 (17)砧板 (18)水果刀 (19)圖畫紙 (20)A4 影印紙 (21)描圖紙
- (22)宣紙 (23)棉花棒 (24)濾咖啡紙袋 (25)濾紙 (26)量筒 (27)鑷子 (28)裁紙工具
- (29)刷子 (30)隔熱手套 (31)標籤紙 (32)文具用品 (33)吹風機

三、實驗測試溶液、化學藥品

- (1)純水 (2)食鹽 (3)醋 (4)小蘇打粉 (5)鹽酸 (6)氫氧化鈉 (7)澄清石灰水 (8)綠茶
- (9)鹼性離子水 (10)水果醋 (11)蘆筍汁 (12) pH 酸鹼測試液 (13)溴瑞香草藍液(BTB)
- (14)甲基紅液 (15)pH 計校正粉-pH6.86 (16) pH 計校正粉-pH4.01

四、配製 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液，用以測試蔬果試紙的準確性。

- (1)依照 pH 計使用說明，用 pH 計校正粉和純水，調配 pH 計校正液，**校正 pH 計後**，備用。



pH 計 2 支



校正 pH 計(pH6.9)



校正 pH 計(pH 4.0)

(2)以純水稀釋鹽酸和溶解氫氧化鈉，成為鹽酸和氫氧化鈉水溶液，使用校正好的 pH 計，配置 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液。

(3)使用精準度高的廣用試紙做第二次的測定，觀察其顏色變化是否符合廣用試紙對水溶液相對應 pH 值的顏色變化。



氫氧化鈉 鹽酸 純水



以 pH 計配製水溶液並用廣用試紙測試是否符合對應顏色

肆、研究過程與結果

一、文獻探討

(一)石蕊試紙

石蕊試紙主要成份石蕊地衣，將濾紙片浸於石蕊的酒精溶液中，乾燥後製成的化學指示劑。分為藍色及紅色兩種。PH 值大於 7 的鹼性溶液，可將紅色石蕊試紙變成藍色； PH 值小於 7 的酸性溶液，可將藍色石蕊試紙變為紅色。嚴格而言，在室溫及大氣壓力情況下，pH 值高於 8.3 時紅石蕊試紙才會變藍，而 pH 值低於 4.5 時藍石蕊試紙才會變紅。換句話說，pH 值介乎 4.5 及 8.3 時紅藍石蕊試紙是不會變色的。所以在測試接近中性的溶劑時會不太準確。



(二)酸鹼指示劑

酸鹼指示劑又稱 pH 指示劑，是酸鹼中和滴定的指示劑。這一類指示劑多為有色的有機弱酸或弱鹼，在達到一定 pH 值時會與溶液中的 H⁺ 或 OH⁻ 離子結合改變形態，從而改變顏色。

常用的酸鹼指示劑有酚酞、甲基紅、甲基橙等。

酸鹼指示劑常被做成試紙，用來測定溶液的酸鹼度。如果只需測定溶液為酸性還是鹼性，只需要一種變色範圍接近 pH=7 的指示劑即可，比如石蕊。用多種變色範圍不同的指示劑混合做成的試紙可以測量到 pH 值的整數位，這種試紙叫做 pH 試紙。

(三)花青素

花青素是植物的色素來源。花青素或稱花色素，化學式為 $C_{15}H_{11}O_6$ ，是一種水溶性的植物色素，存在於液泡內的細胞液中。其與醣類物質以醣苷鍵結合後即為花色苷，與花的顏色、葉變紅等有關，是一種天然的抗氧化劑。花青素的顏色會隨著身處環境的酸鹼值而有所變化，從酸性環境的紅色到紫色、再到鹼性環境下的藍色。因此，花青素亦有用於試紙。可吸收光能，但與光合作用無關。花青素化學特性不穩定，可作食物添加劑，代號是 E163。

(四)廣用試紙

廣用試劑，又名通用指示劑或廣範試劑。用來指示溶液的酸鹼性，並可以指示酸性和鹼性範圍內各種 pH 值，其變色 pH 範圍如右表：

pH 值 < 4，顏色為紅色；pH 值 > 10，顏色為紫色，

廣用試劑是 pH 指示劑，適用範圍為 pH3~12。

所指示的 pH 值	4	5	6	7	8	9	10
廣範試劑的顏色	紅	橘	黃	綠	藍	靛	紫

市面上的廣用試劑，多以山田忍於 1933 年的專利配方而來。配方成分：酚酞 1.3 克、溴百里酚藍 0.9 克、甲基紅 0.4 克、百里酚藍 0.2 克，溶解在 1 公升的 70~80% 酒精中，再加少量 0.1M 氫氧化鈉溶液，使它剛變綠色即可應用。備製試紙，可用濾紙吸取試液後陰乾備用。

(五)濾紙

濾紙(Filter Paper)以纖維製成、質地疏鬆多孔、具有良好過濾功能的紙。濾紙可用來將固體與水分開。除了一般實驗室應用的濾紙外，生活上及工業上濾紙的應用也很多。

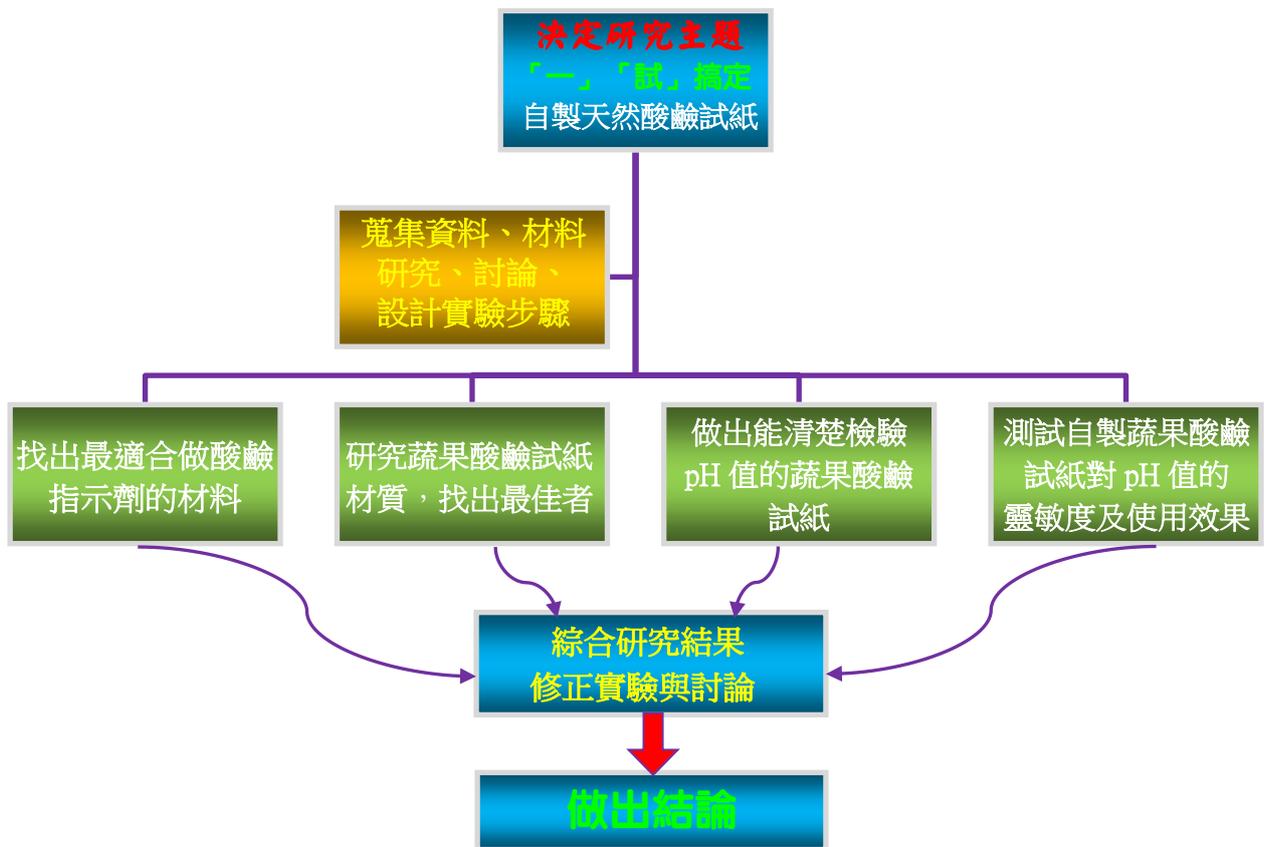
(六)甲基紅

是一種常用的酸鹼指示劑，甲基紅本身為酸性，變色範圍 pH 值 4.4~6.2，顏色轉變點的 pH=5.0。在酸性環境中呈紅色，在鹼性環境中呈黃色。

(七)溴瑞香草藍(BTB)

又名酒精藍色指示劑、BTB 指示劑是測定弱酸弱鹼時使用的一種指示劑，變色範圍 pH 值 6.0~7.6，其酸性時為黃色，鹼性時為藍色。

二、研究流程



三、實驗過程

(一) 探究自製蔬果酸鹼試紙的材質，並決定使用者。

【實驗 1】以紫色高麗菜汁自製試紙，探究紙材優缺點與檢測酸、鹼、中性水溶液顏色變化。

1. 方法：

(1) 製作紫色高麗菜汁酸鹼指示劑

以電子秤秤取紫色高麗菜 200g，切成細碎狀，加入 400ml 沸騰熱水浸泡一段時間，等待汁液冷卻後，倒出來過濾後，備用。



(2) 分別將圖畫紙、影印紙、宣紙、描圖紙、咖啡濾紙、實驗濾紙和棉花棒裁切成適當大小，放在培養皿中，浸泡紫色高麗菜汁一天後，陰乾後再用吹風機吹乾後，備用。

(3) 分別在圖畫紙、影印紙、宣紙、描圖紙、咖啡濾紙、實驗濾紙和棉花棒做的紫色高麗

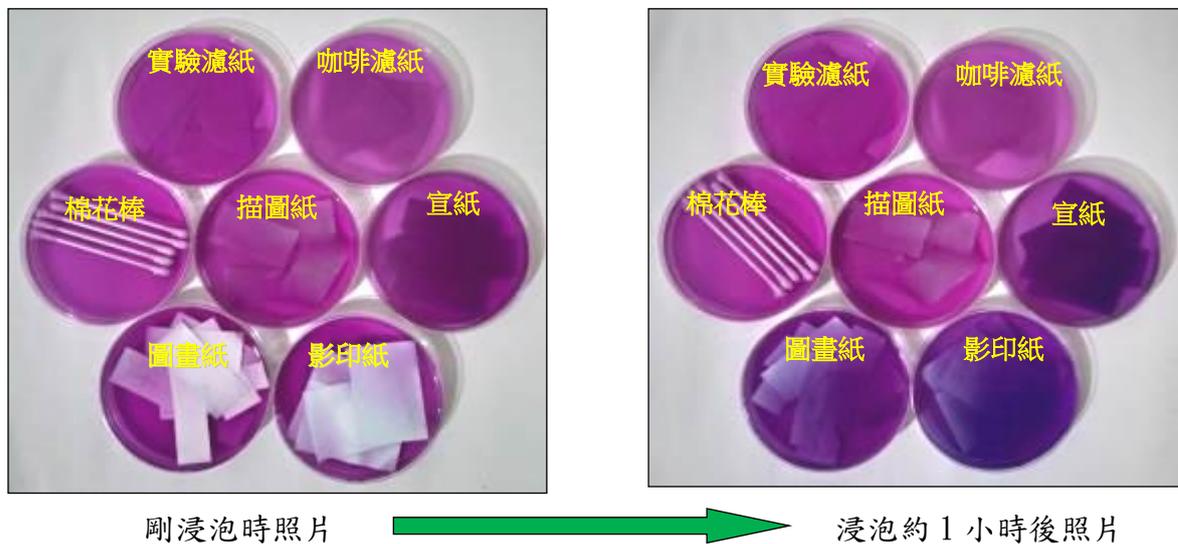
菜酸鹼試紙中滴入醋、小蘇打水及食鹽水，觀察紙材吸水程度和顏色變化。

2. 紀錄：實驗結果如下表所示：

紫色高麗菜試紙

材質	酸性(醋)	鹼性(小蘇打水)	中性(食鹽水)
圖畫紙			
影印紙			
宣紙			
描圖紙			
咖啡濾紙			
實驗濾紙			
棉花棒			

3. 發現：



- (1)描圖紙的吸水效果不好，遇水會捲曲，要浸泡一段時間，才能吸收汁液且著色不均勻。
- (2)將圖畫紙、影印紙和宣紙浸泡到紫色高麗菜汁裡，紫色高麗菜汁和紙面上都會變成藍紫色。上網查詢後得知，這三種紙張的製程中，會有纖維軟化、脫色、除臭、漂白等處理。
- (3)將以圖畫紙、影印紙和宣紙做的紫色高麗菜汁酸鹼試紙烘乾後，都會呈現淡淡的藍色。

探究其原因，整理結果如下表：

以pH計測得， 紫色高麗菜汁pH值為5.6， 純水pH值為6.9。	紙張	圖畫紙(B5)	影印紙(B5)	宣紙(B5)
	烘乾 圖樣			
	浸泡純水12小時後之pH值	pH 7.7	pH 7.6	pH 8.1
	浸泡紫色高麗菜汁12小時後之pH值	pH 6.9	pH 6.6	pH 7.2
圖畫紙、影印紙和宣紙製程中的加工處理，會影響浸泡紫色高麗菜汁後紙材的顏色。				

- (4)咖啡濾紙、實驗濾紙和棉花棒的吸水效果很好。但是棉花棒不易烘乾；咖啡濾紙著色較不均勻；實驗濾紙著色很均勻。

4. 討論：

- (1)製成之紫色高麗菜試紙，所使用的上述七種材質，除實驗濾紙外，其餘都有使用上的缺點。但每種材質製作的紫色高麗菜試紙都可以測出水溶液的酸鹼性，達成研究目的。
- (2)圖畫紙、影印紙和宣紙都不適合做為試紙材料，因為它們的製程處理，會影響實驗結果。
- (3)描圖紙和咖啡濾紙對於紫色高麗菜汁不易著色，檢測水溶液的顯色效果不佳，故不選用。
- (4)棉花棒以60-70度烘乾時，不易烘乾，且在烘乾過程中塑膠桿會熔化，黏在鍋底，不選用。
- (5)考量紙材的吸水、著色程度與遇酸、鹼水溶液顏色變化的穩定度，決定以實驗濾紙作為蔬果試紙的紙材。進行【實驗2-1】。

(二) 探究市售蔬果製成酸鹼指示劑和酸鹼試紙後，檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13的水溶液後之顏色變化

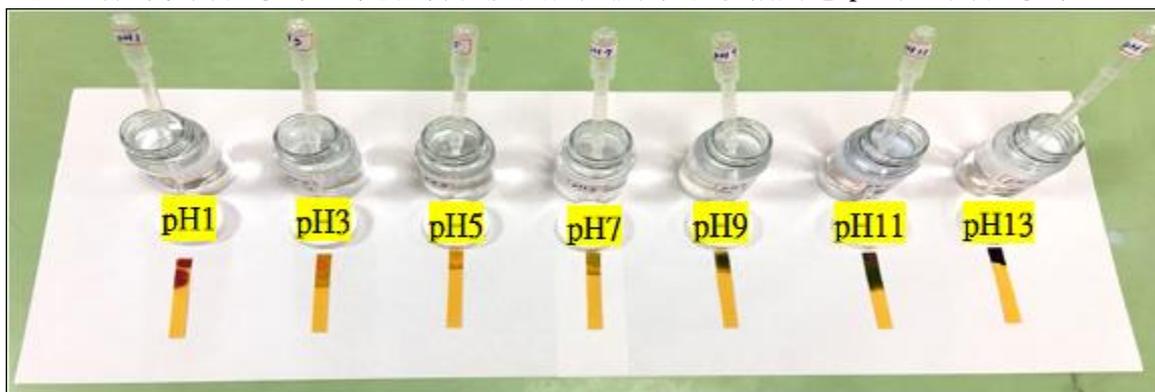
1. 實驗準備：

以市售有色及含花青素蔬果為探究對象，經分類後，將它們製成酸鹼指示劑和酸鹼試紙。

- (1) 校正pH計後，配製pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13水溶液，備用

- 以純水稀釋鹽酸和溶解氫氧化鈉，成為鹽酸和氫氧化鈉水溶液，使用 pH 計，配置 pH1、

pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液，再使用精準度高的廣用試紙做第二次的測定，觀察其顏色變化，是否符合廣用試紙對水溶液相對應 pH 值的顏色變化。



- 將 55mm 圓形實驗濾紙以裁紙刀對半裁切後，備用。



【實驗 2 - 1】製作紫色高麗菜、紅鳳菜、紅苜菜、小蕃茄 4 種酸鹼指示劑和試紙， 檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液後，觀察顏色變化

(一) 實驗步驟：

- (1)以電子秤秤取紫色高麗菜、紅鳳菜、紅苜菜、小蕃茄各 200g，切成細碎狀，分別放入 4 個 500ml 燒杯中，每個燒杯加入約 80°C 熱水 400ml 浸泡，汁液冷卻後，倒出過濾，備用。此為第一組 4 種酸鹼指示劑。
- (2)將上述 4 種汁液各倒出 200 ml，分別倒在鍋子內，以電磁爐低溫(50-60°C)加熱，將其濃縮到 100 ml，倒出放涼，備用。此為第一組 4 種酸鹼指示劑之濃縮液。
- (3)將裁切好的半圓形實驗濾紙放在第一組 4 種酸鹼指示劑濃縮液中，吸收汁液，烘乾，此動作重覆做 3 次後，分別製成蔬果酸鹼試紙。
- (4)取紫色高麗菜、紅鳳菜、紅苜菜、小蕃茄酸鹼試紙各 7 張，分別在試紙上依序滴入 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液各 1 滴，觀察它們的顏色變化。
- (5)取 28 支試管分為 4 組(每組 7 支)，在每一組的每支試管上註記 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13，然後在每支試管中加入相同 pH 值的水溶液 10 ml 後，備用。
- (6)在各組的 7 支試管中，分別滴入紫色高麗菜、紅鳳菜、紅苜菜、小蕃茄酸鹼指示劑 10 滴，觀察顏色變化。

(二) 實驗結果：

蔬果名稱 (第一組)	蔬果樣貌	蔬果酸鹼 指示劑樣貌	各 pH 值水溶液(10ml) 酸鹼指示劑(10 滴)顏色變化 1 3 5 7 9 11 13	各 pH 值水溶液 酸鹼試紙顏色變化 1 3 5 7 9 11 13
紫色高麗菜				
紅鳳菜				
紅莧菜				
小蕃茄				

(三) 發現與討論：

1. 酸鹼指示劑方面：

酸鹼指示劑 種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的 檢測結果	顏色變化 規律性
紫色高麗菜	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅； 滴入鹼性水溶液，顏色變化偏綠色系，pH13 時，顏色偏黃色 系；滴入中性水溶液時，顏色變化會偏向指示劑的顏色。	有
紅鳳菜		
紅莧菜	pH 值在 1 和 13 時，顏色偏黃色。其他 pH 值，顏色呈紅色系。	無
小番茄	顏色變化大都偏向淡橘色，只有在 pH13 時，顏色為淡黃色。	無

2. 酸鹼試紙方面：

酸鹼試紙 種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的 檢測結果	顏色變化 規律性
紫色高麗菜	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅； 滴入鹼性水溶液，顏色變化會偏綠色系，pH13 時，顏色偏黃 色系；滴入中性水溶液時，顏色變化會偏向試紙的顏色。	有
紅鳳菜		
紅莧菜	酸鹼試紙的顏色大多沒有變化，pH13 時，試紙顏色變為黃色。	無
小番茄	酸鹼試紙的顏色沒有變化，pH 值 13 時，試紙顏色變為淡黃色。	無

參照【實驗 2-1】的實驗方法與步驟，依序完成【實驗 2-2】、【實驗 2-3】、【實驗 2-4】、【實驗 2-5】，做出下列各組的酸鹼指示劑和試紙。

【實驗 2-2】製作蝶豆花、洛神花、薑黃、胡蘿蔔的酸鹼指示劑和試紙 (第二組)。

【實驗 2-3】製作蘋果皮、葡萄皮、茄子皮、黑豆皮、紅肉火龍果皮酸鹼指示劑和試紙 (第三組)。

【實驗 2-4】製作甜菜根、紫洋葱、紫心地瓜、藍莓的酸鹼指示劑和試紙 (第四組)。

【實驗 2-5】製作紅肉火龍果、紅、黃色甜椒、櫻桃的酸鹼指示劑和試紙 (第五組)。

以下是【實驗 2-2】、【實驗 2-3】、【實驗 2-4】、【實驗 2-5】各組實驗結果和發現：

【實驗 2-2】蝶豆花、洛神花、薑黃、胡蘿蔔組

(一) 實驗結果：

蔬果名稱 (第二組)	蔬果樣貌	蔬果酸鹼 指示劑樣貌	各 pH 值水溶液(10ml) 酸鹼指示劑(10 滴)顏色變化							各 pH 值水溶液 酸鹼試紙顏色變化						
			1	3	5	7	9	11	13	1	3	5	7	9	11	13
蝶豆花																
洛神花																
薑黃																
胡蘿蔔																

(二) 發現與討論：

1. 酸鹼指示劑方面：

酸鹼指示劑 種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的 檢測結果	顏色變化 規律性
-------------	--	-------------

蝶豆花	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紫紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏藍綠色系；pH 13 時，顏色偏黃綠色系；滴入中性水溶液，顏色變化偏向指示劑的顏色(藍色)。	有
洛神花	滴入酸性、鹼性和中性水溶液時，顏色變化都會偏向洛神花原本的顏色。只有在 pH 值為 13 時，顏色偏向黃綠色系。	無
薑黃	滴入酸性和中性水溶液時，顏色變化偏向黃色系；滴入鹼性水溶液後，顏色變化偏向褐色系，pH 值愈大，褐色愈深。	有 (遇酸不變色，遇鹼才變色)
胡蘿蔔	顏色變化大都呈現指示劑的淡金黃色，只有在 pH 值為 13 時，顏色變化為淡黃色。	無

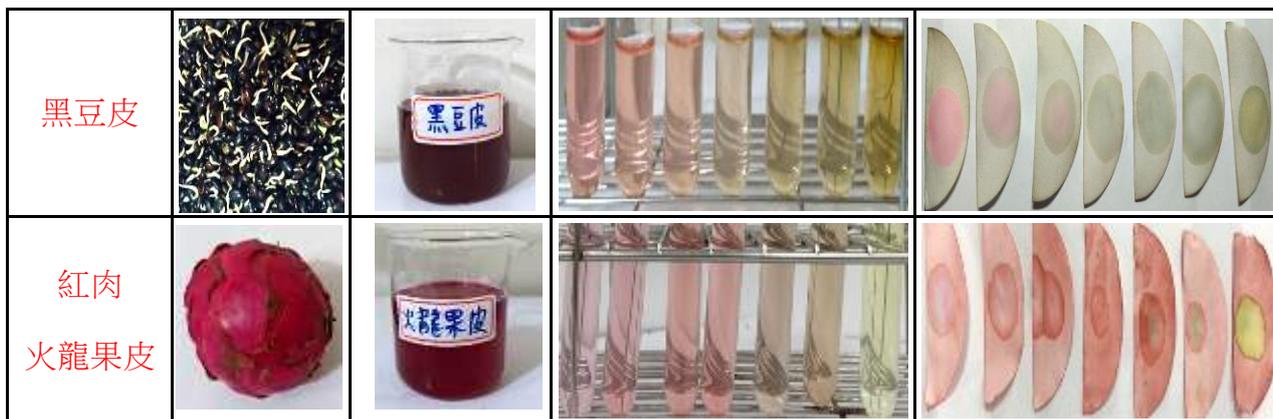
2. 酸鹼試紙方面：

酸鹼試紙種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的檢測結果	顏色變化規律性
蝶豆花	滴入酸性水溶液，試紙顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液，試紙顏色變化偏藍綠色系，但 pH 值為 13 時，試紙顏色偏黃綠色系；滴入中性水溶液，試紙顏色不變。	有
洛神花	滴入酸、鹼和中性水溶液時，試紙顏色大致沒有變化，只有在 pH 值為 13 時，試紙顏色才偏向黃綠色系	無
薑黃	滴入酸性和中性水溶液時，試紙顏色沒有變化，滴入鹼性水溶液後，試紙顏色變化為褐色，而且 pH 值愈大，褐色愈深。	有 (遇酸不變色，遇鹼才變色)
胡蘿蔔	水溶液滴入後，試紙上的顏色都沒有變化。	無

【實驗 2－3】蘋果皮、葡萄皮、茄子皮、黑豆皮、紅肉火龍果皮組

(一) 實驗結果：

蔬果名稱 (第三組)	蔬果樣貌	蔬果酸鹼 指示劑樣貌	各 pH 值水溶液(10ml) 酸鹼指示劑(10 滴)顏色變化							各 pH 值水溶液 酸鹼試紙顏色變化						
			1	3	5	7	9	11	13	1	3	5	7	9	11	13
蘋果皮																
葡萄皮																
茄子皮																



(二) 發現與討論：

1. 酸鹼指示劑方面：

酸鹼指示劑種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的檢測結果	顏色變化規律性
蘋果皮	滴入酸性水溶液，顏色變化偏粉紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏黃綠色系，但 pH13 時，顏色偏黃色系；滴入中性水溶液，顏色變化偏向指示劑淡粉紅的顏色。	有
葡萄皮	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液時，顏色變化偏草綠色系，但 pH13 時，顏色偏向黃綠色系；滴入中性水溶液，顏色變化偏向指示劑的淡紅色。	有
茄子皮	滴入酸、鹼、中性水溶液時，顏色變化都偏向茄子皮指示劑的淡褐色系；只在 pH 值為 13 時，顏色變化是較深的褐色。	無
黑豆皮	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液時，顏色變化會偏褐色系，pH 值愈大，顏色褐色愈深；滴入中性水溶液，顏色變化偏向指示劑的淡褐色。	有
紅肉 火龍果皮	滴入酸性水溶液，顏色變化由紅色逐漸變淡，pH 值愈小，顏色愈淡；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏茶色系，pH13 時，顏色變化偏淡螢光黃色；滴入中性水溶液時，顏色變化則偏向指示劑原本的紅色。	無

2. 酸鹼試紙方面：

酸鹼試紙種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的檢測結果	顏色變化規律性
蘋果皮	滴入酸性水溶液，顏色變化偏粉紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏黃綠色系，但 pH13 時，顏色偏黃色系；滴入中性水溶液時，顏色變化偏向試紙原本粉紅的顏色。	有
葡萄皮	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液時，顏色變化偏草綠色系，但 pH13 時，顏色偏向黃綠色系；滴入中性水溶液時，顏色變化偏向試紙原本的紫紅色。	有
茄子皮	滴入酸性、鹼性和中性水溶液時，試紙顏色沒有變化；只在 pH 值為 13 時，顏色變化偏褐色。	無
黑豆皮	滴入酸性水溶液，顏色變化偏粉紅色，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏淡褐色系，pH 值愈大，顏色褐色愈淺；滴入中性水溶液時，顏色變化偏向試紙原本淡褐色。	有
紅肉火龍果皮	滴入酸性水溶液，顏色變化由紅色逐漸變淡，pH 值愈小，顏色愈淡；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏茶色系，但 pH13 時，顏色變化偏淡螢光黃色；滴入中性水溶液時，顏色變化則偏向試紙原本的顏色。	無

【實驗 2 - 4】甜菜根、紫洋葱、紫心地瓜、藍莓組

(一) 實驗結果：

蔬果名稱 (第四組)	蔬果樣貌	蔬果酸鹼 指示劑樣貌	各 pH 值水溶液(10ml) 酸鹼指示劑(10 滴)顏色變化 1 3 5 7 9 11 13	各 pH 值水溶液 酸鹼試紙顏色變化 1 3 5 7 9 11 13
甜菜根				
紫洋葱				
紫心地瓜				
藍莓				

(二) 發現與討論：

1. 酸鹼指示劑方面：

酸鹼指示劑 種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的 檢測結果	顏色變化 規律性
甜菜根	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅褐色系；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏褐色系，但在 pH13 時，顏色偏黃色；滴入中性水溶液時，顏色變化是指示劑偏褐色系的顏色。	無
紫洋葱	滴入酸性水溶液，顏色變化偏粉紅色系，pH1 時，顏色偏紅褐色；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏草綠色系，在 pH13 的顏色偏綠色系；滴入中性水溶液，顏色變化是指示劑的淡粉紅色。	有
紫心地瓜	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏藍綠色系，在 pH 值為 13 時，顏色變化是黃綠色；滴入中性水溶液，顏色呈現是指示劑的紫色。	有
藍莓	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液後，顏色變化偏黑色系，在 pH 值為 13 時，顏色變化是褐色系；滴入中性水溶液，顏色呈現是指示劑的紅色。	有

2.酸鹼試紙方面：

酸鹼試紙種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的 檢測結果	顏色變化 規律性
甜菜根	滴入酸性水溶液，顏色變化偏褐色系，pH 值愈小，顏色愈深； 滴入鹼性水溶液，顏色變化偏淡黃色，在 pH13 時，顏色為黃色； 滴入中性水溶液，顏色變化為試紙原本的顏色。	無
紫洋葱	滴入酸性水溶液，顏色變化偏粉紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅； 滴入鹼性水溶液，顏色變化偏淡草綠色系，在 pH13 時，顏色為黃綠色系； 滴入中性水溶液，顏色變化為試紙原本的顏色。	有
紫心地瓜	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈深； 滴入鹼性水溶液，顏色變化偏藍綠色系，pH 值愈大，顏色愈綠； 滴入中性水溶液時，顏色變化為試紙原本的顏色。	有
藍莓	滴入酸性水溶液，顏色變化偏粉紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅； 滴入鹼性水溶液，顏色變化偏淡草綠色系，在 pH13 時，顏色為黃綠色系； 滴入中性水溶液時，顏色變化為試紙原本的顏色。	有

【實驗 2 – 5】紅肉火龍果、紅色甜椒、黃色甜椒、櫻桃組

(一)實驗結果：

蔬果名稱 (第五組)	蔬果樣貌	蔬果酸鹼 指示劑樣貌	各 pH 值水溶液(10ml) 酸鹼指示劑(10 滴)顏色變化						各 pH 值水溶液 酸鹼試紙顏色變化					
			1	3	5	7	9	11	13	1	3	5	7	9
紅肉 火龍果														
紅色 甜椒														
黃色 甜椒														
櫻桃														

(二) 發現與討論：

1. 酸鹼指示劑方面：

酸鹼指示劑種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的檢測結果	顏色變化規律性
紅肉火龍果	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紫紅色系，pH 值愈小，顏色愈紫紅；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏紫色系，pH13 時，顏色為黃色；滴入中性水溶液時，顏色變化為指示劑原本的顏色紫紅色。	有
紅色甜椒	各滴管的水溶液顏色變化呈現淡淡的白色混濁狀，只有在 pH 值為 13 時，顏色為黃色混濁狀。	無
黃色甜椒	各滴管的水溶液顏色變化呈現淡淡的白色混濁狀，只有在 pH 值為 13 時，顏色為淡黃色混濁狀。	無
櫻桃	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紅色系，pH 值愈小，顏色愈紅；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏黑褐色系，pH13 時的顏色變化是黃綠色系；滴入中性水溶液時，顏色呈現淡黑紫色。	有

2. 酸鹼試紙方面：

酸鹼試紙種類	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液的檢測結果	顏色變化規律性
紅肉火龍果	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紫紅色系，pH 值愈小，顏色愈紫；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏淡黃綠色系，在 pH13 時，顏色為黃色系；滴入中性水溶液，顏色變化為紫紅色(試紙原本顏色)。	有
紅色甜椒	各 pH 值水溶液滴入後，試紙上的顏色沒有變化。	無
黃色甜椒	各 pH 值水溶液滴入後，試紙上的顏色沒有變化。	無
櫻桃	滴入酸性水溶液，顏色變化偏紫褐色系，pH1 時，顏色變化為紅色；滴入鹼性水溶液，顏色變化偏紫褐色系，pH13 時，顏色變化為黃綠色系；滴入中性水溶液時，顏色為試紙原本顏色。	有

實驗 2 – 1 ~ 實驗 2 – 5 綜合討論

1. 除薑黃外，顏色變化具有規律性的蔬果（紫色高麗菜、紅鳳菜、紫心地瓜、蝶豆花、葡萄皮、蘋果皮、黑豆皮、紫洋蔥、櫻桃、火龍果、藍莓）等 11 種蔬果做成的酸鹼指示劑和酸鹼試紙，檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液，實驗結果整理如下表。

(1) 酸鹼指示劑方面

酸鹼指示劑類別	強酸水溶液 顏色變化	酸性水溶液 顏色變化	中性水溶液 顏色變化	鹼性水溶液 顏色變化	強鹼水溶液 顏色變化
薑黃指示劑	黃色	黃色	黃色	偏褐色系	黃褐色
其他蔬果指示劑	深紅色系	偏紅色系 或紫色系	蔬果指示劑 本身色系	偏草綠、茶色系 或藍綠色系	黃色系

(2) 酸鹼試紙

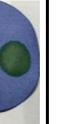
酸鹼試紙類別	強酸水溶液 顏色變化	酸性水溶液 顏色變化	中性水溶液 顏色變化	鹼性水溶液 顏色變化	強鹼水溶液 顏色變化
薑黃試紙	黃色	黃色	黃色	偏褐色系	深褐色
其他蔬果試紙	紅色系	偏紅色系 或紫色系	蔬果試紙 本身色系	偏草綠、茶色系 或藍綠色系	黃綠色系

2. 在 11 種顏色變化具有規律性的蔬果中，以紫色高麗菜、紅鳳菜、蝶豆花、蘋果皮、葡萄皮、黑豆皮、紫洋蔥、紫心地瓜等蔬果，在檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液時，指示劑和試紙的顏色變化有 7 個色階出現。
3. 將蔬果做成的酸鹼指示劑和酸鹼試紙，實驗結果比較後發現，做成酸鹼指示劑顏色變化穩定，但使用較不方便；做成酸鹼試紙顏色變化較快、較不穩定，但容易攜帶，檢測便捷。
4. 在自製蔬果酸鹼試紙滴上 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液時，有些蔬果試紙的顏色變化很快，1~3 秒鐘，滴上水溶液的地方很容易暈開(因為花青素濃度太低，被水沖散掉了)，變成白色，用相機紀錄實驗結果時動作要快，最好是用錄影截圖的方式。
5. 以蔬果做酸鹼試紙的汁液萃取製程與烘乾保存技術需要再提升與精進，才能確保蔬果酸鹼試紙在實驗時顏色變化可以穩定的呈現。

(三) 探究自製蔬果酸鹼試紙，研發蘋果酸鹼試紙

1. 從實驗 2-1 ~ 2-5 的探究中，我們發現所挑選的 20 種蔬果中，下列 8 種蔬果製成的酸鹼試紙，檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液時，試紙顏色變化有 7 個色階。

下表是針對此 8 種蔬果的價格、取得方便性、文獻數量以及試紙顏色變化的分析與整理。

蔬果試紙名稱	蔬果樣貌	價格	取得方便性	酸鹼指示劑文獻數量	蔬果指示劑 pH 值	各 pH 值水溶液酸鹼試紙顏色變化							選用
						1	3	5	7	9	11	13	
① 紫色高麗菜		89 元 / 顆	不易取得 大型賣場才有販售	多	5.5 5.7								×
② 紅鳳菜		35 元 / 600g	易取得 傳統市場較多販售	多	6.4 6.6								×
③ 蝶豆花		80 元 / 50g	不易取得 大型賣場才有販售	多	5.9 6.1								×
④ 蘋果		25 元 / 顆	易取得 大型、傳統賣場均販售	無	5.3 4.9								○
⑤ 葡萄		70 元 / 300g	易取得 大型、傳統賣場均販售	多	4.1 4.3								×
⑥ 黑豆		50 元 / 300g	易取得 大型、傳統賣場均販售	多	6.3 6.4								×
⑦ 紫洋蔥		30 元 / 顆	易取得 大型、傳統賣場均販售	多	5.2 4.5								×
⑧ 紫心地瓜		75 元 / 600g	不易取得 大型賣場才有販售	少	5.5 6.2								×

※說明：於網路 Google 瀏覽器搜尋，輸入關鍵字後，以出現論文或報告的篇數而訂，
多：5 篇(含)以上， 少：4 篇(含)以下， 無：為沒有出現。

2. 選用理由：

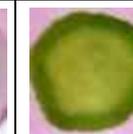
(1) 蘋果 1 顆約 20~30 元，一般人通常削皮而食，蘋果皮常當成廚餘丟棄，很少人食用。在我

們涉略的文獻中，對蘋果皮的探討，大多在養生方面，對於酸鹼指示劑的探究幾乎沒有。但是蘋果容易購得，只要是水果攤都有在賣；學校營養午餐也常以之為飯後水果。

(2)用蘋果皮製成的酸鹼試紙呈現粉紫色，在檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液時，蘋果酸鹼試紙的顏色變化明顯，有 7 個色階出現，所以證明蘋果酸鹼試紙可以檢測酸鹼性水溶液的強、中、弱，和中性水溶液。

(3)蘋果酸鹼試紙的色階分析：

我們使用網路線上色彩分析軟體 Color Analysis，上傳色階圖檔後，滑鼠移動到色階圖上時會隨機出現的 RGB 值，再以九宮格的方式點選並記錄色階圖上這 9 個點的 RGB 值，利用 Excel 算出 9 個點的 RGB 平均值，此平均值就是該色階的 RGB 值，再用 Word 新增圖案功能，增加圖案，塗色輸入 RGB 值，即完成該色階分析。此動作重覆 7 次，就完成了蘋果酸鹼試紙在 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 顏色變化之色階分析。

水溶液的性質	強酸	酸性	弱酸	中性	弱鹼	鹼性	強鹼
pH 值 區間	pH0.0 pH2.0	pH2.1 pH4.0	pH4.1 pH6.0	pH6.1 pH8.0	pH8.1 pH10.0	pH10.1 pH12.0	pH12.1 pH14.0
pH 代表值	pH1	pH3	pH5	pH7	pH9	pH11	pH13
蘋果試 紙顏色 變化							
色塊 分析							

(4)完成蘋果酸鹼試紙顏色變化對照表

蘋果酸鹼試紙顏色變化對照表						
pH1	pH3	pH5	pH7	pH9	pH11	pH13
						

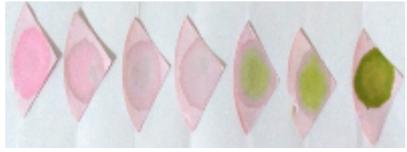
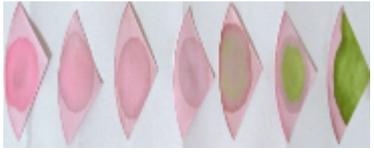
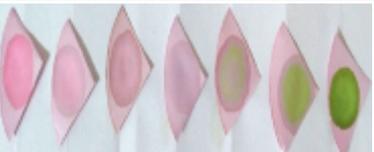
3. 研發過程：

【實驗 3 - 1】分別以放置 1 星期、1 個月、2 個月的蘋果酸鹼試紙檢測水溶液，觀察穩定度

(1)方法：

- 將事先做好的 3 種不同時間圓形蘋果酸鹼試紙各取 7 張，每張都裁切成 4 等分，備用。
- 以蘋果酸鹼試紙檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液，觀察它在這 7 種水溶液的顏色變化及顯色的穩定度。進行【實驗 3 - 1】，每一項目都重覆做 4 次。

(2)實驗結果：

次數	放置 1 星期蘋果酸鹼試紙 各 pH 值水溶液顏色變化 1 3 5 7 9 11 13	放置 1 個月蘋果酸鹼試紙 各 pH 值水溶液顏色變化 1 3 5 7 9 11 13	放置 2 個月蘋果酸鹼試紙 各 pH 值水溶液顏色變化 1 3 5 7 9 11 13
1			
2			
3			
4			

(3)發現與討論：

- 烘乾後的蘋果酸鹼試紙都以夾鏈袋密封保存。由實驗結果可以看出，將自製的蘋果酸鹼試紙妥善保存，放置兩個月後，檢測水溶液的顏色變化還是很明顯，靈敏度佳。
- 以自製蘋果酸鹼試紙檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液後，由試紙的顏色變化，證明蘋果酸鹼試紙可以檢測酸鹼性水溶液的強、中、弱，和中性水溶液。

【實驗 3 - 2】用蘋果酸鹼試紙檢測水溶液，觀察試紙顏色變化後，預估水溶液之 pH 值；

再以 pH 計去檢測水溶液，對照二者測得之 pH 值是否在合理範圍內

(1)方法：

- 準備水果醋、蘆筍汁、綠茶、鹼性離子水、澄清石灰水等 5 種水溶液。取 5 個燒杯和 5 支滴管，將上述 5 種水溶液分別倒入 100ml 在燒杯中，燒杯中放入滴管，備用。

- 分別用滴管吸取 5 種水溶液，滴在**蘋果酸鹼試紙**上，觀察其顏色變化，並比對**蘋果酸鹼試紙顏色變化對照表**，預估此 5 種水溶液 pH 值，記錄實驗結果。此步驟重覆做 3 次。

pH1	pH3	pH5	pH7	pH9	pH11	pH13

- 使用 pH 計，檢測水溶液之 pH 值，並與上述實驗結果比對，評估是否在合理範圍內。

(2)實驗結果：下表是將 5 種水溶液滴在蘋果酸鹼試紙的實驗紀錄表。

水溶液 實驗 名稱 次數與項目	水果醋	蘆筍汁	綠茶	鹼性 離子水	澄清 石灰水
第一次實驗 蘋果酸鹼試紙 顏色變化照片					
第二次實驗 蘋果酸鹼試紙 顏色變化照片					
第三次實驗 蘋果酸鹼試紙 顏色變化照片					
水溶液酸鹼性	酸性	弱酸性	中性	弱鹼性	鹼性
預估 水溶液 pH 值	pH 3	pH 5	pH 7	pH 9	pH 11
以 pH 計檢測 水溶液 實際 pH 值	pH 2.9	pH 4.3	pH 7.1	pH 9.0	pH 11.5

(3)發現與討論：

- 使用 pH 計，檢測水溶液之 pH 值後，與預估之 pH 值比較，發現**差距非常小**，甚至在鹼性離子水的檢測二者是完全吻合。
- **蘋果酸鹼試紙研發成功。**

4. 進階研發蘋果酸鹼試紙：

因為自製蘋果酸鹼試紙可以精準檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液，

於是我們想再進階研發，希望能研發出可以檢測 pH1~pH14 的高精準度蘋果酸鹼試紙。著手設計實驗，進行【實驗 3-3】~【實驗 3-7】的進階研發蘋果酸鹼試紙之路。

下表是實驗結果整理：

實驗別	實驗動機	操縱變因與實驗方法	實驗結果	實驗發現與討論
3-3	探討浸泡水溫對萃取花青素的影響	將乾燥的蘋果皮剪細碎，取 5g 浸泡在 55°C 50ml 熱水，放涼，製成試紙。	製作的蘋果試紙和試劑，檢測水溶液的酸鹼性都不會變色。	1. 以 55°C 熱水萃取蘋果皮中花青素，花青素釋出量不足，使試紙和試劑都無法變色。 2. 用 85°C 熱水萃取可以檢測酸鹼性水溶液。
		將乾燥的蘋果皮剪細碎，取 5g 浸泡在 85°C 50ml 熱水，放涼，製成試紙。 (此為 A 汁液)	製作的蘋果試紙和試劑，檢測水溶液的酸鹼性都會變色。	
3-4	探討烘乾溫度對試紙精準度的影響 以 A 汁液製作試紙	試紙用電磁爐 90~100°C 烘乾	試紙靈敏度不佳	1. 試紙不能高溫烘乾 2. 低溫乾燥有助於蘋果試紙對酸鹼性精準度。 3. pH6 和 pH8 的顏色變化和 pH7 很相似，難分辨。
		試紙用電磁爐 50~60°C 烘乾	1. 檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液，酸鹼性精準度佳，有 7 個色階。	
		試紙 自然陰乾	2. pH 值為偶數時，與相鄰奇數 pH 值的顏色變化太相似，不易辨識。	
		試紙 用吹風機冷風吹乾		
3-5	探討新鮮蘋果皮(含有水分)對試紙精準度的影響 以 B 汁液製作試紙	以新鮮蘋果皮 100g 浸泡在 85°C 200ml 熱水，放涼備用。(此為 B 汁液)		
		試紙用電磁爐 50~60°C 烘乾	檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液，酸鹼性精準度佳，有 7 個色階。	1. 蘋果皮所含水分的多寡，對試紙精準度並沒有影響。 2. 考量時效性，決定試紙的烘乾方式，以電磁爐 50~60°C 烘乾。
		試紙 自然陰乾		
		試紙 用吹風機冷風吹乾		

實驗別	實驗動機	操縱變因與實驗方法	實驗結果	實驗發現與討論
3-6	探討蘋果皮萃取液混合其他蔬果萃取液做成試紙的精準度	將 B 汁液+少許小蘇打水，配製成 pH7 的混合汁液，製成試紙	1.烘乾後的試紙顏色變成黃色的。 2.pH1~pH14 顏色變化混亂，沒有規律性。	從多組實驗中發現： 1.花青素的變色，在 pH1 為紅色系；在 pH14 為黃綠色系；在 pH7 時則趨向於試紙本身的顏色（即不變色）。
	以 B 汁液為主，加上其他蔬果萃取液製作試紙	將 20ml B 汁液+20ml 紫米水，配製成混合汁液，製成試紙	1.試紙在 pH1~pH3(偏紅)和 pH11~pH14(偏藍綠)有顏色變化。 2.其他 pH 值顏色變化不明顯(可能是紫米水太黑)。	2.花青素的變色在弱酸性、中性、弱鹼性(即 pH5-pH8)的水溶液顏色變化，以肉眼無法分辨，是因尚未啟動花青素遇酸鹼時顏色變化機制。
	用電磁爐定溫 50~60°C 烘乾(快)	將 20ml B 汁液+10 ml 葡萄皮汁+10 ml 紫洋葱汁，配製成混合汁液，製成試紙	1.檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液，酸鹼性精準度佳，有 7 個色階。	3.蘋果皮汁液無論怎麼混合其他蔬果萃取液，所製作的試紙都比不上只用蘋果皮萃取液製作的試紙來得好用。
		將 20ml B 汁液+10 ml 紫色高麗菜汁+10 ml 紅鳳菜汁，配製成混合汁液，製成試紙	2. 當 pH 值是偶數時，試紙顏色變化和鄰近奇數 pH 值很相近，不易辨識。	
		將 20ml B 汁液+10 ml 蝶豆花汁+10 ml 黑豆汁，配製成混合汁液，製成試紙	3. pH6 和 pH8 的顏色和 pH7 相近，難分辨。	

實驗別	實驗動機	操縱變因與實驗方法	實驗結果	實驗發現與討論
3-7	探討蘋果皮萃取液混合化學指示劑後，在弱酸、弱鹼及中性水溶液的精準度以 B 汁液為主，加上化學指示劑，製作試紙	將 20ml B 汁液+20 ml 甲基紅液，配製成混合汁液，製成試紙	1. 檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液，酸鹼性精準度佳，有 7 個色階。	1. 會選用甲基紅液 20 ml 及溴瑞香草藍液是想改善蘋果試紙在弱酸、弱鹼及中性水溶液顏色變化不明顯的缺點。 2. 加入化學指示劑後無法改善試紙在弱酸性、中性、弱鹼性(即 pH5-8)的水溶液顏色變化。 3. 由於甲基紅液及溴百里酚藍液是化學指示劑，實驗中探究無效，不予採用。 4. 還是單純的蘋果酸鹼試紙好用。
		將 20ml B 汁液+20 ml 溴瑞香草藍液，配製成混合汁液，製成試紙	2. pH 值偶數時，顏色變化太相近，不易辨識。	
		將 20ml B 汁液+10 ml 甲基紅液+10 ml 溴瑞香草藍液配製成混合汁液，製成試紙	3. pH6 和 pH8 時的顏色和 pH7 相近，難分辨。	
		1. 用 30ml 純水浸泡 10 張廣用試紙，得到廣用試紙浸泡液 2. 將 30ml B 汁液 + 30ml 廣用試紙浸泡液，配製成混合汁液，製成試紙	無法改善檢測 pH6、pH7 和 pH8 水溶液時顏色變化不明顯，以致無法分辨水溶液的性質。	

【實驗 3-3】~【實驗 3-7】結論：

1. 蘋果皮是否乾燥處理，不會影響蘋果皮萃取液中花青素的含量。
2. 花青素易在 85°C 以上高溫降解，開始浸泡蘋果皮的熱水需在 80°C~85°C，而後放涼。
3. 試紙不能高溫烘乾，烘乾溫度須在 50~60°C，可維持試紙中花青素的穩定，試紙不會烘焦。
4. 試紙的顏色變化在弱酸性、中性、弱鹼性(pH5~ pH8)的水溶液顏色變化，多是試紙的顏色。
5. 以單純的蘋果皮萃取液製作的蘋果酸鹼試紙最好用。

(四) 探究自製蘋果酸鹼試紙與廣用試紙的優缺點

【實驗 4】比較自製蘋果酸鹼試紙與廣用試紙的優缺點。

經由多次實驗，使用自製蘋果酸鹼試紙與廣用試紙檢測水溶液性質，比較其優缺點如下：

(1)自製蘋果試紙：

優點： 1.天然環保，沒有二次污染。 2.廢物利用，很便宜。

3.製作過程，好玩有趣。

缺點： 1.只能檢測 pH1、3、5、7、9、11、13 水溶液。

(2)廣用試紙：我們購買的是可以檢測 pH 值 1~14 的廣用試紙。

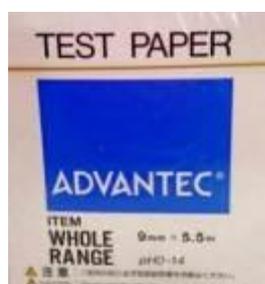
優點： 1.檢測 pH 值 1~14 的水溶液，

顏色變化有規律性。

缺點： 1.由多種化學藥劑製成，

可能造成二次環境污染。

2.價格昂貴。



(3)成本預估：以廣用試紙和自製蘋果酸鹼試紙比較：

1.廣用試紙一盒 440 元，(寬)9mm × (長) 5.5m。若以每張 9mm × 2.5cm，可裁切成 220 張，每張成本 2 元。

2.自製蘋果酸鹼試紙：使用實驗濾紙一盒 200 元，有 100 張，蘋果皮是廢物利用 0 元，完成的試紙一張可裁切成 10 長條，每張試紙成本約 0.2 元。

	廣用試紙(220 張)	蘋果酸鹼試紙(1000 張)
總成本	440 元	200 元
平均一張試紙成本	2 元	0.2 元

3.由上表可知，自製蘋果酸鹼試紙 1 張的價格是廣用試紙的十分之一，便宜很多。

(五) 探究市售酸鹼測試液製成試紙與自製蘋果酸鹼試紙，檢測水溶液的差異性

【實驗 5】比較市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙與自製蘋果酸鹼試紙之差異性。

1. 實驗步驟：

(1)用滴管吸取市售酸鹼測試液，將之滴在放在塑膠淺盤中的圓形濾紙上，靜置涼乾後，用裁紙刀對半裁切，備用。

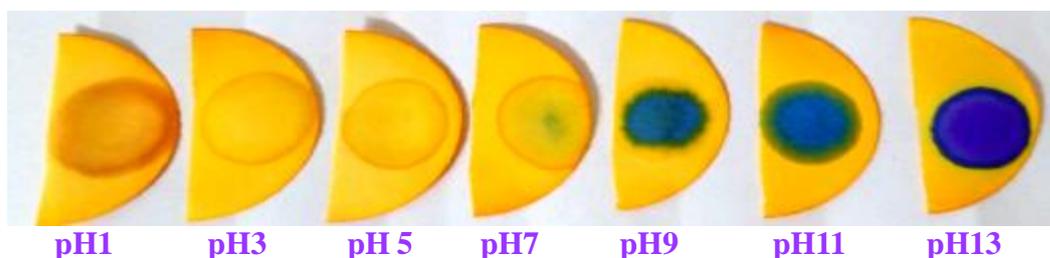
(2)在以市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙中滴入 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 的水溶液，觀察其顏色變化。

(3)與蘋果酸鹼試紙檢測結果比較。

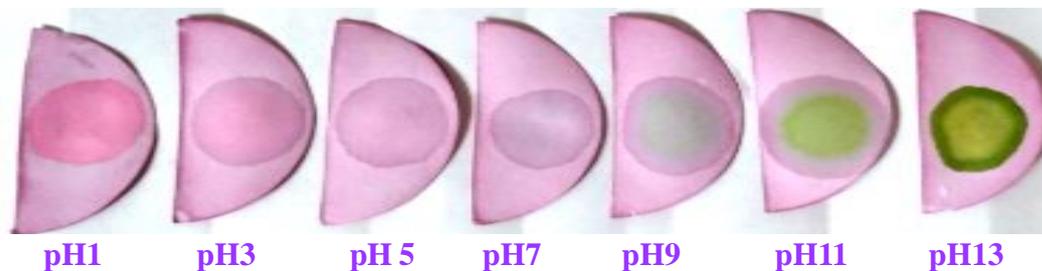


2. 實驗結果：

(1) 市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙檢測水溶液結果



(2) 自製蘋果酸鹼試紙檢測結果



3. 發現與討論：

檢測 pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13 水溶液後，我們比較市售酸鹼測試液試紙與自製蘋果酸鹼試紙的顏色變化，整理如下表：

試紙類別	酸性水溶液 顏色變化	中性水溶液 顏色變化	鹼性水溶液 顏色變化	檢測水溶液 酸鹼靈敏度
市售酸鹼測試液試紙	偏紅褐色系	綠色	偏藍黑色系	尚可
自製蘋果酸鹼試紙	偏紅色系	粉紫色	偏草綠色系	優

(1) 由實驗結果照片可看出

1. 在**市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙**中，滴上七種水溶液後的顏色變化**不明顯**。
2. 在**自製蘋果酸鹼試紙**中，滴上七種水溶液後的顏色變化**很明顯**。

(2) 評估二者的優劣

比較二者的顏色差異明顯度和檢測水溶液的靈敏度，**自製蘋果酸鹼試紙優於市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙**。

伍、討論

一、使用實驗用濾紙作為自製蔬果酸鹼試紙的紙材會比較好嗎？

1. 實驗用濾紙的**吸水能力好且吸收快**，對於蔬果指示劑的顏色**能在濾紙上均勻著色**。
2. 以實驗用濾紙製作的試紙，檢測酸、鹼、中性水溶液時，**試紙顏色變化的穩定度佳**。

二、以蔬菜和水果製成的酸鹼指示劑和試紙，影響檢測水溶液性質的因素是什麼呢？

會影響蔬果酸鹼指示劑和試紙，檢測水溶液性質的變因是蔬果本身**花青素的含量**，花青素的**含量愈多，顏色變化愈明顯**。使用蔬果製成的酸鹼指示劑和試紙檢測水溶液後，指示劑和試紙的顏色變化呈現**規律性**。

三、廣用試紙與蔬果酸鹼試紙何者好用，蔬果酸鹼試紙是否有改善之處呢？

1. 廣用試紙：**比較好用**，可以檢測 pH1~ pH14 的水溶液。但是廣用試紙**價格昂貴**，由多種**化學藥劑**混合製成，可能造成環境二次污染問題。
2. 蔬果酸鹼試紙：有些蔬果因含糖、澱粉量較多，以鍋具烘乾過程中容易沾黏鍋底，影響試紙的品質。若將蔬果汁液的**萃取方式及烘乾方式改進**，讓蔬果酸鹼試紙的品質和檢測效果更好，加上**可自製與價格低廉**的優點，日後一定可以**取代廣用試紙**。
3. 此次研發的**蘋果酸鹼試紙**，**精準度高，便宜環保**，可以媲美廣用試紙。

四、市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙和自製蘋果酸鹼試紙，檢測水溶液的性質有何差異性？

1. 酸鹼測試液製成的酸鹼試紙和自製蘋果酸鹼試紙在檢測水溶液的性質上，在試紙**有顏色上變化的差異**，顏色變化整理如下表：

試紙類別	酸性水溶液 顏色變化	中性水溶液 顏色變化	鹼性水溶液 顏色變化
酸鹼測試液試紙	偏紅褐色系	綠色	偏藍黑色系
蘋果酸鹼試紙	偏紅色系	粉紫色	偏草綠色系

- 顏色變化的差異性與製作試紙時所用的水溶液中的**內含物質**有關。
- 從圖表中比較二者在實驗結果中的顏色差異明顯度和檢測水溶液的靈敏度，**自製蘋果酸鹼試紙優於市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙**。

陸、結論

- 在挑選的 20 種蔬果中，以**紫色高麗菜、紅鳳菜、紫心地瓜、蝶豆花、葡萄皮、蘋果皮、黑豆皮、紫洋葱、櫻桃、火龍果、藍莓**等 11 種蔬果製成的**蔬果酸鹼試紙**，可以改善石蕊試紙的缺點，只要**使用一張**，就可以知道水溶液的**酸鹼性**。
- 在挑選的 20 種蔬果中，以**紫色高麗菜、紅鳳菜、紫心地瓜、蝶豆花、葡萄皮、蘋果皮、黑豆皮、紫洋葱**等 8 種蔬果製成的**蔬果酸鹼試紙**，在檢測 pH1、3、5、7、9、11、13 水溶液時，這些蔬果酸鹼試紙的顏色變化明顯，**都有 7 個色階**的呈現，表示上述這 8 種蔬果製成的試紙是**可以表現酸鹼性水溶液的強、中、弱，和中性水溶液**。
- 以**蘋果皮製成的酸鹼指示劑或試紙**，可以**改善紫色高麗菜不易取得及價格昂貴的缺點**。蘋果酸鹼指示劑和試紙**都可以檢測出水溶液酸、鹼性的強、中、弱和中性水溶液**，而且**精準度佳，成本低又環保**。蘋果酸鹼試紙可以媲美廣用試紙。
- 上自然課「水溶液」單元時，以**蘋果皮取代紫色高麗菜**，**能讓老師們的教學準備更便利**。將蘋果皮製成酸鹼試紙的方法簡單且實驗效果好，加上它又有**價格低廉、攜帶方便、天然環保的優點**，未來可以取代市售的廣用試紙。
- 蘋果酸鹼指示劑和試紙的製程容易複製**。大家都可以很容易利用家中現有的物品做出蘋果酸鹼指示劑和試紙，只要有蘋果皮和熱水，就能做出酸鹼指示劑；有了指示劑，即使是用廚房紙巾當試紙材質，也能**迅速、便捷**的測出水溶液的性質。

六、有些有色蔬果富含花青素，用它們製成酸鹼指示劑或試紙，顏色變化有規律性。

若繼續深入探究，一定可以做出精準的蔬果酸鹼試紙，檢測不同 pH 值的水溶液，取代市售的廣用試紙；而且它們都有價格低廉、攜帶方便、可自製的優點。

七、蔬果的新鮮程度會影響蔬果酸鹼試紙的品質和檢測效果，要選用新鮮的含有花青素的蔬菜和水果。而蔬果萃取液的 pH 值不會影響蔬果酸鹼試紙的顯色程度，花青素含量的多寡才是影響顯色程度的要件。

八、蔬果萃取液的 pH 值會因溫度而改變，低溫時 pH 值較高，室溫時 pH 值較低。

例如：蘋果皮萃取液從冰箱冷藏取出，測得 pH 值是 5.3，放置室溫 2 小時後，測得 pH 值是 4.9。其他亦然。

柒、參考資料

(一) 國小自然與生活科技 5 上，單元三：水溶液，康軒文教事業股份有限公司

48-69 頁 106 年

(二) 食紫大動－尋找食在安心的魔法色素。中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=163&sid=12271&print=1>

(三) 花青素。維基百科。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8A%B1%E9%9D%92%E7%B4%A0>

(四) 石蕊,試紙。維基百科。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9F%B3%E8%95%8A%E8%AF%95%E7%BA%B8>

(五) 廣用試紙。維基百科。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BB%A3%E7%AF%84%E8%A9%A6%E5%8A%91>

(六) 濾紙。維基百科。 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BF%BE%E7%B4%99>

(七) 酸鹼指示劑。維基百科。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%85%B8%E7%A2%B1%E6%8C%87%E7%A4%BA%E5%89%82>

(八) 混不混有關係！－用混合自製天然指示劑來精細檢測酸鹼值的探討。

中華民國第 50 屆中小學科學展覽會

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=53&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=87&sid=5621>

(九) 甲基紅。維基百科。 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%B2%E5%9F%BA%E7%BA%A2>

(十) 溴瑞香草藍。維基百科。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BA%B4%E7%99%BE%E9%87%8C%E9%85%9A%E8%97%8D>

【評語】 080208

本作品研究多種蔬果汁隨 pH 值變化顏色的情形，雖然花青素試紙這類主題在地方及全國的科展作品皆出現過，但此作品使用了更多不同顏色的蔬果汁，發現了其他人少用的蘋果皮與紫地瓜都具有相當好的顯色效果，也探討製作天然酸鹼廣用試紙的可行性，值得嘉許。建議可依結果再深入探討，以提高研究的價值性，例如：果皮新鮮度對製成天然酸鹼試紙有無影響？蘋果酸鹼試紙的保存期限為何？能否找出蘋果花青素的含量與試紙的顯色規律性關係？所看到的變色真的都是花青素嗎？如果是，為什麼不同的蔬果試紙不僅顏色不一樣，在不同 pH 值下的變色情況也會有所差異？此外，這主題以前在地方及全國的科展作品皆出現過，但參考文獻只列 2 篇(二和八)，沒能做好文獻回顧，也沒能將結果與文獻好好比較，有點可惜。

似作品相對多，主題有趣，符合國小學童的程度，雖然類似主題曾在多屆科展出現過，但此作品仍有創新之處，使用較多的蔬果植物汁液，探討製作天然酸鹼試紙的可行性，值得嘉許。建議可依結果作更深入探討，以提高研究的價值性，如，蘋果的種類、花青素的含量與酸鹼變色靈敏度之間的關聯等。

作品海報

摘要

- 以紫色高麗菜汁製成的試紙，能改善石蕊試紙的缺點，**只用一張**，就可測得水溶液的性質。
- 有些有色蔬果製成的酸鹼指示劑，顏色變化**具有規律性**，還可以做出精準的蔬果酸鹼試紙，檢測不同pH值的水溶液。
- 我們研發的蘋果試紙，具有**天然環保、價格低廉、檢測準確、可自製**的優點，可以改善紫色高麗菜不易取得及價格昂貴的缺點，讓水溶液酸鹼指示劑教學實驗活動更有趣。

壹、研究動機

在國小五上自然「水溶液」單元，我們學習到水溶液分為酸性、鹼性和中性三類。為了檢驗水溶液的性質，要使用紅、藍色石蕊試紙來檢測，讓紅色石蕊試紙變藍色是鹼性，藍色石蕊試紙變紅色是酸性，二者都不變色是中性水溶液。於是我們突發奇想，何不利用紫色高麗菜汁來自製「酸鹼試紙」呢？這樣不是就可以改善紅、藍石蕊試紙要使用兩張的缺點，**只用1張**就可以**達成檢測水溶液性質的目的**了呢？於是我們利用課本的實驗方法取得紫色高麗菜汁，展開實驗。

「廣用試紙」是一種檢測水溶液酸鹼性的試紙，我們對「廣用試紙」做了文獻探討，了解其特性與作用後，結合我們的研究，希望可以研發具有廣用試紙精準度的蔬果酸鹼試紙，與老師討論後，進行多次實驗，自製了多種蔬果酸鹼試紙，並在實驗與檢測過程中探討自製蔬果酸鹼試紙的優缺點。

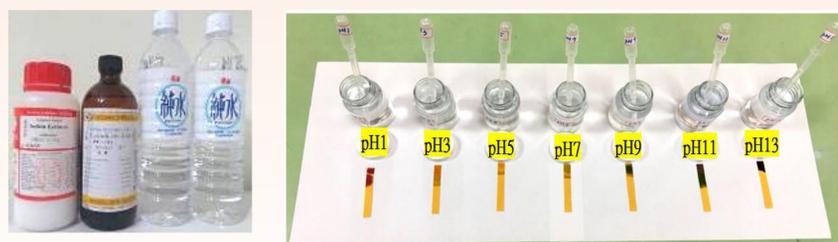
參、研究設備

- 21種不同蔬果
- 實驗濾紙等各式紙材
- 燒杯、滴管、試管等各式實驗器材
- 校正pH計：依照pH計使用說明，用pH計校正粉和純水，調配pH計校正液，校正pH計後，備用。



- 配置水溶液：以純水稀釋鹽酸和溶解氫氧化鈉，成為鹽酸和氫氧化鈉水溶液，使用校正好的pH計，配置分別是pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13的水溶液
- 用廣用試紙做第二次的測定

使用**精準度高的廣用試紙**做**第二次的測定**，觀察其顏色變化是否符合廣用試紙對水溶液相對應pH值的顏色變化。



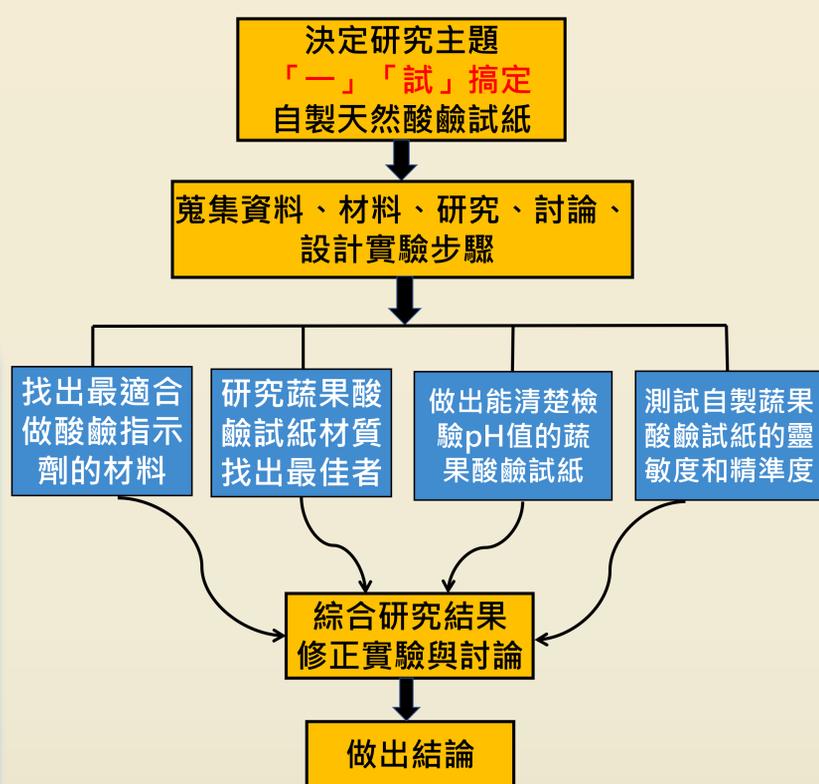
氫氧化鈉 鹽酸 純水 以pH計配製水溶液並用廣用試紙測試是否符合對應顏色

貳、研究目的

- 認識石蕊試紙、廣用試紙、花青素。
- 以紫色高麗菜汁為例，自製酸鹼試紙，探究使用各類紙材的優缺點及檢測水溶液酸鹼性的顏色變化。
- 探究市售蔬果做成酸鹼指示劑和試紙，檢測pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13的水溶液後之實驗結果。
- 探究自製蔬果酸鹼試紙，研發蘋果酸鹼試紙
- 探究自製蔬果酸鹼試紙與廣用試紙的優缺點
- 探究市售酸鹼測試液製成試紙與蘋果酸鹼試紙，檢測水溶液後的試紙顏色差異性及優劣

肆、研究過程與結果

一、研究流程



二、實驗過程

實驗1：選用試紙紙材

- 實驗目的**：用紫色高麗菜汁自製試紙，探究紙材優、缺點



剛浸泡時照片 浸泡約1小時後照片

研發蘋果酸鹼試紙

2. 實驗結果：

材質	酸性(醋)	鹼性(小蘇打水)	中性(食鹽水)
圖畫紙			
影印紙			
宣紙			
描圖紙			
咖啡濾紙			
實驗濾紙			
棉花棒			

3. 發現與討論：

- 製成之紫色高麗菜試紙，所使用的上述七種材質，除實驗濾紙外，其餘都有使用上的缺點。但每種材質製作的紫色高麗菜試紙都可以測出水溶液的酸鹼性，達成研究目的。
- 圖畫紙、影印紙和宣紙都不適合做為試紙材料，因為它們的製程處理，會影響實驗結果。
- 描圖紙和咖啡濾紙對於紫色高麗菜汁不易著色，檢測水溶液的顯色效果不佳，故不選用。
- 棉花棒以60-70度烘乾時，不易烘乾，且在烘乾過程中塑膠桿會融化，黏在鍋底，不選用。
- 考量紙材的吸水、著色程度與遇酸、鹼水溶液顏色變化的穩定度，決定以**實驗濾紙**作為蔬果試紙的紙材。進行【實驗2】

實驗2：各種蔬果做成酸鹼指示劑和試紙之探討

1. **實驗目的**：各種蔬果做成酸鹼指示劑和試紙後，檢測酸、鹼水溶液時，觀察其顏色變化

2. 實驗結果：

(1) 試紙顏色有規律性變化

(2) 試紙顏色無規律性變化

編號	蔬果名稱	蔬果酸鹼指示劑樣貌	各 pH 值水溶液(10ml) 酸鹼指示劑顏色變化	各 pH 值水溶液 酸鹼試紙顏色變化
			1 3 5 7 9 11 13	1 3 5 7 9 11 13
1	紫色高麗菜			
2	紅鳳菜			
3	蝶豆花			
4	蘋果皮			
5	葡萄皮			
6	黑豆皮			
7	紫洋蔥			
8	紫心地瓜			
9	藍莓			
10	紅肉火腿			
11	櫻桃			
12	薑黃			

編號	蔬果名稱	蔬果酸鹼指示劑樣貌	各 pH 值水溶液(10ml) 酸鹼指示劑顏色變化	各 pH 值水溶液 酸鹼試紙顏色變化
			1 3 5 7 9 11 13	1 3 5 7 9 11 13
13	紅肉火腿			
14	紅薯			
15	小蕃茄			
16	洛神花			
17	甜蘿蔔			
18	茄子皮			
19	甜菜根			
20	紅甜椒			
21	黃甜椒			

(3) 蔬果指示劑及試紙顏色變化歸納

	強酸水溶液 顏色變化	酸性水溶液 顏色變化	中性水溶液 顏色變化	鹼性水溶液 顏色變化	強鹼水溶液 顏色變化
蔬果指示劑	深紅色系	偏紅色系 或紫色系	蔬果指示劑 本身色系	偏草綠、茶 色系或藍綠 色系	黃色系
蔬果試紙	紅色系	偏紅色系 或紫色系	蔬果試紙 本身色系	偏草綠、茶 色系或藍綠 色系	黃綠色系

3. **實驗發現**：用蔬果做的酸鹼指示劑顏色變化穩定，但使用較不方便；而蔬果酸鹼試紙顏色變化較快、較不穩定，但容易攜帶，讓檢測較便捷。

1. 下表是針對8種蔬果的價格、取得方便性、文獻數量以及試紙顏色變化的分析與整理。

蔬果試紙名稱	蔬果樣貌	價格	取得方便性	酸鹼指示劑文獻數量	蔬果指示劑 pH 值	各 pH 值水溶液 酸鹼試紙顏色變化							選用
						1	3	5	7	9	11	13	
① 紫色高麗菜		89元 / 顆	不易取得 大型賣場 才有販售	多	5.5 5.7								×
② 紅鳳菜		35元 / 600g	易取得 傳統市場 較多販售	多	6.4 6.6								×
③ 蝶豆花		80元 / 50g	不易取得 大型賣場 才有販售	多	5.9 6.1								×
④ 蘋果		25元 / 顆	易取得 大型、傳統 賣場均販售	無	5.3 4.9								○
⑤ 葡萄		70元 / 300g	易取得 大型、傳統 賣場均販售	多	4.1 4.3								×
⑥ 黑豆		50元 / 300g	易取得 大型、傳統 賣場均販售	多	6.3 6.4								×
⑦ 紫洋蔥		30元 / 顆	易取得 大型、傳統 賣場均販售	多	5.2 4.5								×
⑧ 紫心地瓜		75元 / 600g	不易取得 大型賣場 才有販售	少	5.5 6.2								×

※說明：於網路 Google 瀏覽器搜尋，輸入關鍵字後，以出現論文或報告的篇數而訂，多：5篇(含)以上，少：4篇(含)以下，無：為沒有出現。

2. 選用蘋果皮的理由：

- 蘋果皮常被當成廚餘丟棄，很少人食用。在我們涉略的文獻中，對蘋果皮在酸鹼指示劑的探究幾乎沒有。但是蘋果容易購得，營養豐富又好吃，學校營養午餐也常以之為飯後水果。
- 用蘋果皮製成的酸鹼試紙呈現粉紫色，在檢測pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13水溶液時，蘋果酸鹼試紙的顏色變化明顯，有7個色階出現，所以證明蘋果酸鹼試紙可以檢測酸鹼性水溶液的強、中、弱，和中性水溶液。

3. 蘋果酸鹼試紙的色階分析

水溶液的性質	強酸	酸性	弱酸	中性	弱鹼	鹼性	強鹼
pH 值 區間	pH0.0 pH2.0	pH2.1 pH4.0	pH4.1 pH6.0	pH6.1 pH8.0	pH8.1 pH10.0	pH10.1 pH12.0	pH12.1 pH14.0
pH 代表值	pH1	pH3	pH5	pH7	pH9	pH11	pH13
蘋果試紙顏色 變化							
色塊 分析							

實驗3-1：檢驗蘋果試紙的穩定性

1. **實驗目的**：分別以放置1星期、1個月、2個月的蘋果酸鹼試紙檢測水溶液，觀察穩定性。

2. 實驗結果：

次數	放置 1 星期 蘋果酸鹼試紙 各 pH 值水溶液顏色變化	放置 1 個月 蘋果酸鹼試紙 各 pH 值水溶液顏色變化	放置 2 個月 蘋果酸鹼試紙 各 pH 值水溶液顏色變化
	1 3 5 7 9 11 13	1 3 5 7 9 11 13	1 3 5 7 9 11 13
1			
2			
3			
4			

3. 發現與討論：

- 烘乾後的蘋果酸鹼試紙都以**夾鏈袋密封保存**。由實驗結果可以看出，將自製的蘋果酸鹼試紙妥善保存，放置兩個月後，檢測水溶液的顏色變化還是很明顯，**靈敏度佳**。
- 以自製蘋果酸鹼試紙檢測pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13水溶液後，由試紙的顏色變化，證明蘋果酸鹼試紙可以檢測酸鹼性水溶液的強、中、弱，和中性水溶液。

實驗3-2：檢驗蘋果試紙的精準度

- 實驗目的**：用蘋果酸鹼試紙檢測水溶液，觀察試紙顏色變化後，預估水溶液之pH值；再以pH計去檢測水溶液，對照二者測得之pH值是否在合理範圍內。

pH1	pH3	pH5	pH7	pH9	pH11	pH13

2. 實驗結果：

液體名稱	水果醋	蘆筍汁	綠茶	鹼性離子水	澄清石灰水
第一次實驗 蘋果酸鹼試紙 顏色變化照片					
第二次實驗 蘋果酸鹼試紙 顏色變化照片					
第三次實驗 蘋果酸鹼試紙 顏色變化照片					
水溶液酸鹼性	酸性	弱酸性	中性	弱鹼性	鹼性
預估 水溶液 pH 值	pH 3	pH 5	pH 7	pH 9	pH 11
以 pH 計檢測 水溶液 實際 pH 值	pH 2.9	pH 4.3	pH 7.1	pH 9.0	pH 11.5

- 實驗發現**：(1)使用pH計，檢測水溶液之pH值後，與預估之pH值比較，發現**差距非常小**，甚至在鹼性離子水的檢測二者是完全吻合。
(2)蘋果酸鹼試紙研發成功。

實驗3-3：蘋果試紙進階研發

- 實驗目的**：希望能研發出可以檢測pH1~pH14的高精準度蘋果酸鹼試紙
- 結果與發現**：
 - 蘋果皮是否乾燥處理，不會影響蘋果皮萃取液中花青素的含量
 - 花青素易在85°C以上高溫降解，開始浸泡蘋果皮的熱水需在80°C~85°C，而後放涼。
 - 試紙不能高溫烘乾，烘乾溫度須在50~60°C，可維持試紙中花青素的穩定，試紙不會烘焦。
 - 試紙的顏色變化在弱酸性、中性、弱鹼性(pH5~pH8)的水溶液顏色變化，多是試紙的顏色。
 - 以單純的蘋果皮萃取液製作的蘋果酸鹼試紙最好用。

實驗4：試紙優缺點比較

● 試紙優缺點

	自製蔬果試紙	廣用試紙
優點	1. 天然 環保 ，廢物利用 2. 製作過程 簡單 有趣 3. 價格 便宜	檢測pH值1~14的水溶液，顏色變化 有規律性
缺點	每種蔬果試紙對不同pH值水溶液顏色的變化都 不相同	1. 由多種 化學藥劑 製成，造成環境污染 2. 價格 昂貴

● 試紙成本預估

	廣用試紙(220張)	蘋果酸鹼試紙(1000張)
總成本	440元	200元
平均一張試紙成本	2元	0.2元
備註	1. 使用實驗濾紙一盒200元，有100張，蘋果皮是廢物利用0元，完成的試紙一張可裁切成10長條，故每張試紙成本約 0.2元 。 2. 自製蘋果酸鹼試紙1張的價格是廣用試紙的 十分之一 ，便宜很多。	

伍、討論

一、使用實驗用濾紙作為自製蔬果酸鹼試紙的紙材會比較好嗎？

- 實驗用濾紙的**吸水能力好且吸收快**，蔬果指示劑的顏色能**在濾紙上均勻著色**。
- 以實驗用濾紙製作的試紙，檢測酸、鹼、中性水溶液時，**試紙顏色變化的穩定度佳**。

二、以蔬菜和水果製成的酸鹼指示劑和試紙，影響檢測水溶液性質的因素是什麼呢？

會影響蔬果酸鹼指示劑和試紙，檢測水溶液性質的變因是蔬果本身**花青素的含量**，花青素的含量愈多，顏色變化愈明顯。使用蔬果製成的酸鹼指示劑和試紙檢測水溶液，指示劑和試紙的顏色變化呈現規律性。

三、市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙和自製蘋果酸鹼試紙，檢測水溶液的性質有何差異性？

1. (1) 檢測水溶液結果

市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙 檢測水溶液性質結果	自製蘋果酸鹼試紙 檢測水溶液性質結果

(2) 試紙顏色變化整理如下表

試紙類別	酸性水溶液 顏色變化	中性水溶液 顏色變化	鹼性水溶液 顏色變化
酸鹼測試液試紙	偏紅褐色系	綠色	偏藍黑色系
蘋果酸鹼試紙	偏紅色系	粉紫色	偏草綠色系

- 顏色變化的差異性與製作試紙時所用的水溶液中的**內含物質**有關。
- 比較二者在實驗結果中的顏色差異明顯度和檢測水溶液的靈敏度，**自製蘋果酸鹼試紙優於市售酸鹼測試液製成的酸鹼試紙**。

陸、結論

- 在所挑選的21種蔬果中，以紫色高麗菜、紅鳳菜、紫心地瓜、蝶豆花、葡萄皮、蘋果皮、黑豆皮、紫洋蔥等8種蔬果製成的**蔬果酸鹼試紙**，可以改善石蕊試紙的缺點，只要**使用一張**，就可以知道**水溶液的酸鹼性**。在檢測pH1、pH3、pH5、pH7、pH9、pH11、pH13水溶液時，這些蔬果酸鹼試紙的顏色變化明顯，每種蔬果酸鹼試紙都有7個色階的顏色呈現。
- 以蘋果皮製成的**蘋果酸鹼試紙**，可以檢測出水溶液酸、鹼性的強、中、弱和中性水溶液，而且**精準度佳**，**成本低又環保**，可以媲美廣用試紙。
- 以蘋果皮製成的**蘋果酸鹼指示劑**可以**改善紫色高麗菜不易取得及價格昂貴**的缺點，又可以檢測水溶液酸、鹼性和中性水溶液，讓水溶液酸鹼指示劑教學實驗活動更有趣。
- 有些有色蔬果富含花青素，用它們製成酸鹼指示劑或試紙，顏色變化有規律性。若繼續深入探究，一定可以做出精準的**蔬果酸鹼試紙**，檢測不同pH值的水溶液，取代市售的廣用試紙，而且它又有**價格低廉、攜帶方便、可自製的優點**。
- 蔬果的新鮮程度**會影響**蔬果酸鹼試紙**的品質和檢測效果，最好要選用新鮮的含有花青素的蔬菜和水果。蔬果萃取液的pH值**不會影響**蔬果試紙的顯色程度，花青素含量的多寡才是影響顯色程度的要件。