

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080822

來電顯示---利用電解水時的酸鹼變化製作畫板

學校名稱：臺北縣蘆洲市忠義國民小學

作者： 小五 謝昀叡 小五 劉庭妤 小五 吳承哲 小五 陳建霖	指導老師： 何佳靜 陳智煌
---	-----------------------------

關鍵詞：電解、酸鹼、天然指示劑

作品名稱

來電顯示---利用電解水時的酸鹼變化製作畫板

摘要

由實驗得知在濃度高與電壓大的情況會產生水的電解，利用指示劑檢測可知電解時電極的兩端有不同的酸鹼變化，正極為酸性、負極為鹼性。因為電解時需用到電，於是我們想設計一個電路玩具，在通電後可以產生水的電解，並且會產生酸性或鹼性來讓指示劑變色。這個研究製作出來的電路玩具就是可拿來寫字或畫圖的畫板，根據電解水時酸鹼性變化的原理以及利用電流形成通路所完成的一件作品，經一連串的改良與修飾後成為超可愛的海綿寶寶畫板；在畫筆接觸畫板的瞬間會形成電流並產生水的電解，還可以利用正、負極轉換開關的切換來控制畫筆的正、負極，以產生酸性或鹼性，這樣就可以在沾有指示劑的畫布上寫字或畫圖，讓畫布變色。而且我們尋找出適合在畫布上作畫的天然指示劑，不同的指示劑在來電時會顯示出不同的變色效果。

壹、研究動機

在五年級上學期「水溶液」單元中，學習到水溶液的酸鹼性，看到酸鹼性不同的水溶液讓指示劑產生顏色的變化，感覺很奇妙，得知原來有許多天然的酸鹼指示劑在我們的生活中。在水溶液的導電性的實驗，看到電流竟然能通過食鹽水，讓燈泡明亮，而且加入比較多的食鹽，與串聯多顆電池的情況下，看到連接正、負極的兩端竟然產生氣泡，覺得相當不可思議！詢問老師後才知道這稱為水的電解，並且會使正、負極兩端產生不同的酸鹼性，引起我們的好奇。另外，在四年級上學期學到了「燈泡亮了」單元，利用電流形成通路組裝電池玩具，於是我們想運用電解水時酸鹼性變化的原理以及組裝電路的經驗，製作一個通電後可以讓指示劑變色而用來寫字或畫圖的畫板。

貳、研究目的與問題

一、研究目的

- (一) 在哪種情況下會產生水的電解。
- (二) 電解水時正極、負極兩端酸鹼性的變化。
- (三) 利用電解原理製作一個畫板。
- (四) 尋找合適的天然指示劑，可以讓我們在畫板上寫出不同顏色的文字或畫出不同圖案。

二、研究問題

- (一) 哪種情況下會產生水的電解？
 - 1. 怎樣連接一個通路，可以形成電解的裝置？
 - 2. 電解質濃度多高、電壓多大時可以產生水的電解反應？
- (二) 電解水時正極、負極兩端的酸鹼性會不會有變化？
 - 1. 電解水時，水溶液的正極、負極產生什麼樣的酸鹼變化？
 - 2. 怎樣改良電解裝置，讓正極、負極產生的酸鹼變化更易觀察？
- (三) 怎樣利用電解水時兩極產生酸鹼變化的原理來製作畫板？
 - 1. 怎樣組裝電解裝置在板子上成為畫板？
 - 2. 怎樣讓畫板方便控制電源並且使電線好整理？

3. 怎樣讓電解裝置的正極、負極可以隨意改變方向？
- (四) 哪些天然的指示劑，可以讓我們在畫板上寫出不同顏色的文字或圖案？
1. 怎樣萃取出天然的指示劑？
 2. 天然的指示劑遇到酸鹼的顏色變化情形如何？又哪些天然指示劑適合在畫板上作畫？

參、研究器材

醋 × 1 罐	滴管 × 9 支	地瓜葉 × 200 克	電源開關 × 2 個
食鹽 × 1 包	剪刀 × 1 把	紅鳳菜 × 200 克	變葉木葉子 × 200 克
酚酞 × 1 罐	電池座 × 6 個	試管架 × 1 個	紫色高麗菜 × 200 克
酚紅 × 1 罐	電池扣 × 2 個	硝酸鉀 × 1 罐	杜鵑花花瓣 × 200 克
燈泡 × 4 顆	U 型管 × 4 個	打火機 × 1 個	鳳仙花花瓣 × 200 克
天平 × 1 個	迴紋針 × 1 盒	奇異筆 × 1 枝	陶瓷纖維網 × 6 個
燒杯 × 6 個	金屬棒 × 6 個	玻璃棒 × 2 支	1.5V 電池 × 6 顆
電線 × 30 條	導電板 × 2 個	9V 電池 × 3 顆	廣用指示劑 × 1 罐
濾紙 × 2 盒	單端子 × 2 個	電器膠帶 × 1 卷	紅色石蕊試紙 × 1 盒
烙鐵 × 1 支	酒精燈 × 6 個	不鏽鋼筷 × 1 支	藍色石蕊試紙 × 1 盒
試管 × 18 支	小蘇打 × 1 罐	壓克力板 × 2 個	正負極轉換開關 × 1 個

肆、研究內容

一、哪種情況下會產生水的電解？

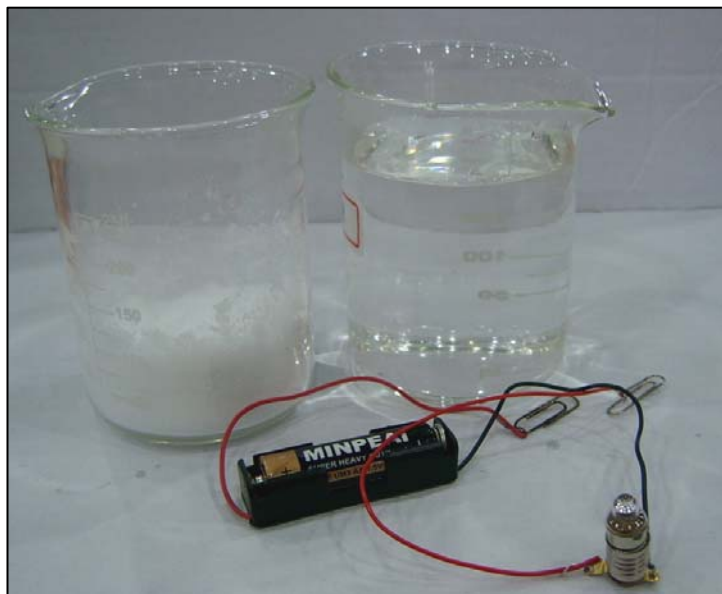
(一) 怎樣連接一個通路，可以形成電解的裝置？

1. 實驗方法：

- (1) 將 1.5V 的電池放入電池座，並串聯一顆燈泡。
- (2) 在正、負極的兩端分別接上迴紋針以方便放入水中。
- (3) 裝 250ml 的水至燒杯，準備食鹽、硝酸鉀作為電解質。

2. 結果：

- (1)將接迴紋針的正、負極兩端放入裝有水的燒杯內，並在燒杯加入電解質，就形成了一個電解水的裝置，如下照片 1。



照片1 電解水的實驗裝置

3. 討論：

- (1)將電解裝置串聯一顆燈泡，可藉由燈泡是否明亮來判斷有無形成通路。
- (2)組裝電解裝置時，在正、負極兩端分別接上迴紋針，除了可方便放入水中外，更可清楚觀察電解水時氣泡產生的現象。
- (3)因本研究探討電解時正、負極兩端的酸鹼性，所以電解質使用溶於水為中性的食鹽與硝酸鉀，才不會影響實驗結果。

(二) 電解質濃度多高、電壓多大時可以產生水的電解反應？

1. 實驗方法：

- (1)組裝好電解裝置，將電解質倒入裝有250ml水的燒杯中，以玻璃棒攪拌溶解。
- (2)依序改變電解質的量與電池的數目。

以食鹽為電解質：

控制變因	水量250ml、 食鹽量	水量250ml、 串聯的電池數
操作變因	串聯的電池數	食鹽量
應變變因	是否產生水的電解	是否產生水的電解

以硝酸鉀為電解質：

控制變因	水量250ml、 硝酸鉀量	水量250ml、 串聯的電池數
操作變因	串聯的電池數	硝酸鉀量
應變變因	是否產生水的電解	是否產生水的電解

2. 結果：

(1)以食鹽作為水的電解的電解質，結果整理如下表1：

表1 電解時食鹽量或電池數（以食鹽為電解質）

食鹽 電池	一匙 (2g)	二匙 (4g)	三匙 (6g)	四匙 (8g)	五匙 (10g)	六匙 (12g)	七匙 (14g)	八匙 (16g)	九匙 (18g)
一顆 (1.5V)	×	×	×	○	○	○	○	◎	●
二顆 (3V)	○	○	○	○	○	○	◎	◎	●
三顆 (4.5V)	○	○	○	○	◎	◎	◎	●	●
四顆 (6V)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	●	●
五顆 (7.5V)	◎	◎	◎	◎	◎	●	●	●	●
六顆 (9V)	◎	◎	◎	◎	●	●	●	●	●

註：×表示沒有產生電解反應，且燈泡不會亮

○表示兩極有些微氣泡產生，但正極不明顯，燈泡不會亮

◎表示兩極有明顯氣泡產生，但燈泡不會亮

●表示兩極有明顯氣泡產生，且燈泡會亮

(2) 以硝酸鉀作為水的電解的電解質，結果整理如下表 2：

表 2 電解時硝酸鉀量或電池數（以硝酸鉀為電解質）

硝酸鉀 電池	一匙 (2g)	二匙 (4g)	三匙 (6g)	四匙 (8g)	五匙 (10g)	六匙 (12g)	七匙 (14g)	八匙 (16g)	九匙 (18g)
一顆 (1.5V)	×	×	×	×	×	○	○	○	○
二顆 (3V)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
三顆 (4.5V)	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎
四顆 (6V)	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	●
五顆 (7.5V)	○	○	○	◎	◎	◎	◎	●	●
六顆 (9V)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	●	●	●

註：×表示沒有產生電解反應，且燈泡不會亮

○表示兩極有些微氣泡產生，但正極不明顯，燈泡不會亮

◎表示兩極有明顯氣泡產生，但燈泡不會亮

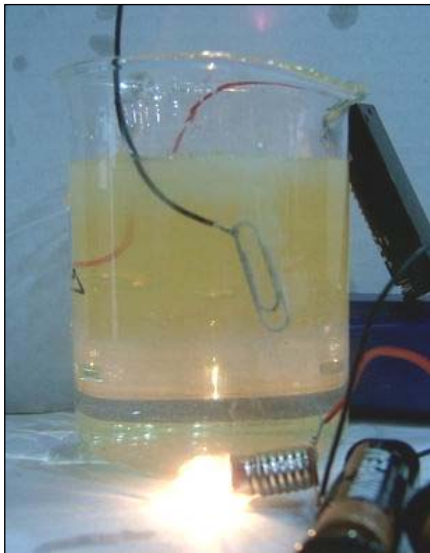
●表示兩極有明顯氣泡產生，且燈泡會亮

(3) 連接正、負極兩端的迴紋針會產生氣泡，產生水的電解。

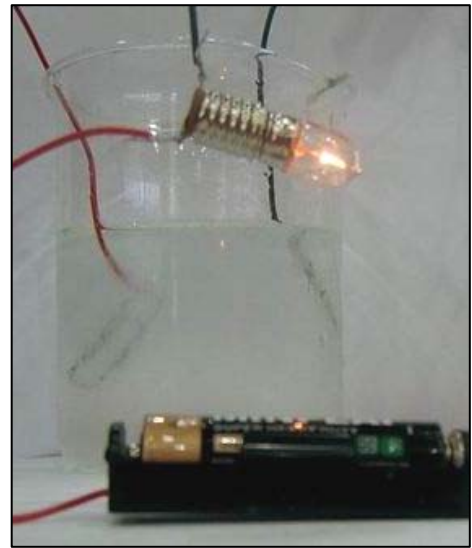
(4) 電解水時，負極的氣泡比正極的氣泡多。

(5) 以相同的電池數和電解質加入的克數來比較上面兩種電解質，可知食鹽當電解質產生的電解效果比硝酸鉀好些。

(6) 以食鹽為電解質的水溶液經過電解後逐漸變黃綠色，而以硝酸鉀為電解質的水溶液經過電解後仍然是透明無色，如以下照片 2、照片 3 所示。



照片 2 電解後呈現黃綠色的食鹽水溶液



照片 3 電解後呈現透明無色的硝酸鉀水溶液

3. 討論：

- (1)食鹽水溶液與硝酸鉀水溶液在濃度較小（加入的克數少），電池數量少（電壓較小）的情況下不會產生電解的情形（因為正、負極兩端沒有氣泡產生）。
- (2)食鹽的學名為氯化鈉，是由氯原子和鈉原子構成，食鹽水溶液經電解後會產生有毒的氯氣溶在水中，使水溶液變成黃綠色，而且有漂白水的味道，如下照片 4。所以在操作食鹽水電解實驗時須配戴口罩、手套。



照片4 電解後呈現黃綠色的食鹽水溶液

- (3)本研究在操作電解水的實驗時，選擇使用硝酸鉀當電解質，可以避免有毒的氯氣產生。硝酸鉀並無侵蝕性但接觸後仍需以清水或肥皂清洗雙手，避免殘留。
- (4)本研究為了方便觀察水的電解現象以及操作的便利性，使用單顆的9V電池，以產生較高的電壓。

二、電解水時正極、負極有氣泡產生，兩端的酸鹼性會不會有變化？

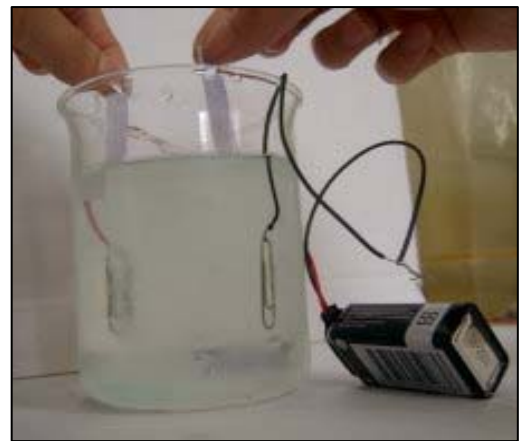
(一) 電解水時，水溶液的正極、負極產生什麼樣的酸鹼變化？

1. 實驗方法：

- (1)組裝好電解裝置，接上9V電池。
- (2)裝250ml的水至燒杯，加入 10g 的硝酸鉀，以玻璃棒攪拌溶解。
- (3)利用紅色石蕊試紙放入燒杯中的正、負極兩端，觀察紅色石蕊試紙的顏色變化。
- (4)利用藍色石蕊試紙放入燒杯中的正、負極兩端，觀察藍色石蕊試紙的顏色變化。

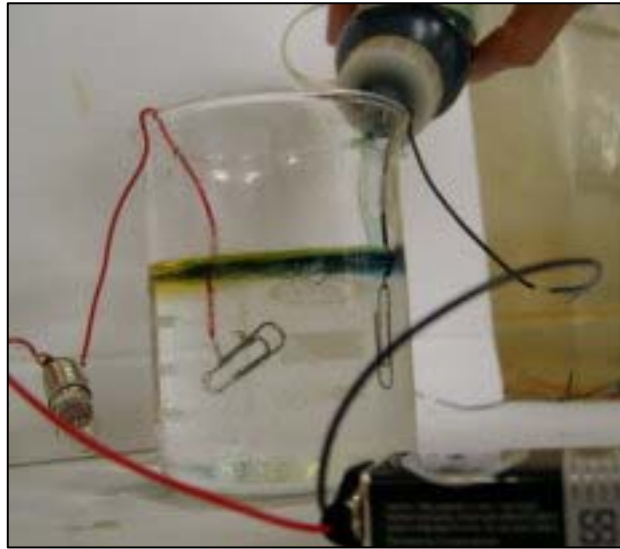


照片 5 將紅色石蕊試紙放入正、負極兩端



照片 6 將藍色石蕊試紙放入正、負極兩端

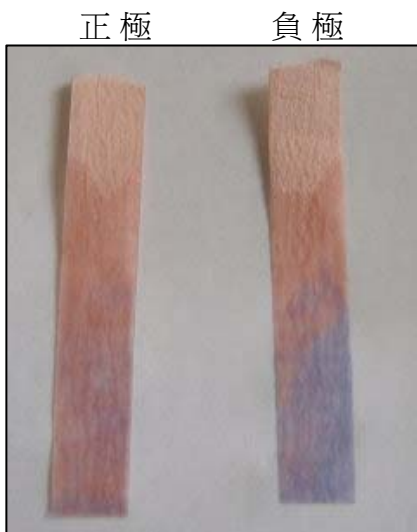
- (5)分別在燒杯中的正、負極兩端滴入廣用指示劑，觀察廣用指示劑的顏色變化，如下照片 7 所示。



照片 7 在正、負極兩端滴入廣用指示劑

2. 結果：

- (1) 紅色石蕊試紙：正極不變色，負極部分變成藍色。
 藍色石蕊試紙：正極部分變成淡紅色，負極不變色。
 如下照片 8、9 所示。

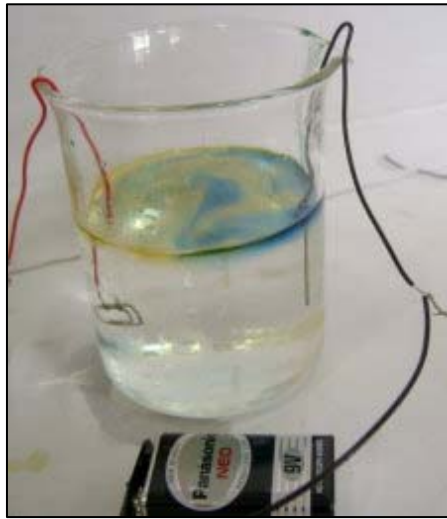


照片 8 紅色石蕊試紙的
檢驗結果



照片 9 藍色石蕊試紙的
檢驗結果

- (2) 正極附近的水溶液讓廣用指示劑變成橘色（由綠變黃）。
 負極附近的水溶液讓廣用指示劑變成藍色（由綠變藍）。
 如下照片 10 所示。



照片10 廣用指示劑的檢驗結果

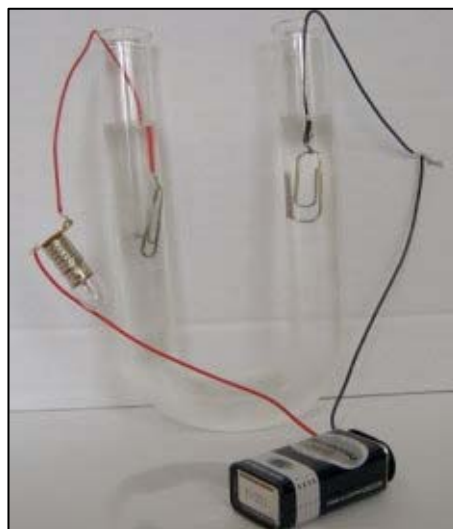
3. 討論：

- (1)由石蕊試紙與廣用指示劑的檢驗結果可知，正極附近的水溶液在電解後呈現酸性，負極附近的水溶液則呈現鹼性。但因燒杯裡正、負極兩端的水溶液相互接觸，可能會有酸鹼中和的現象，讓觀察較不容易，所以須進行改良電解裝置，使正、負極兩端的水溶液不會那麼快混合，可以更明顯的呈現效果。

(二) 怎樣改良電解裝置讓正極、負極產生的酸鹼變化更易觀察？

1. 實驗方法：

- (1)組裝電解裝置，使用 U 型管取代燒杯，盛裝硝酸鉀水溶液，如下照片 11 所示。



照片11 使用 U 型管的電解裝置

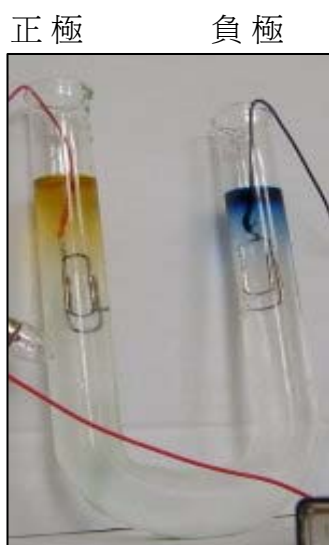
- (2)在 U 型管的正、負極兩端分別滴入廣用指示劑並觀察變色情形。
- (3)在 U 型管的正、負極兩端分別滴入酚酞並觀察變色情形。
- (4)在 U 型管的正、負極兩端分別滴入酚紅並觀察變色情形。

2. 結果：

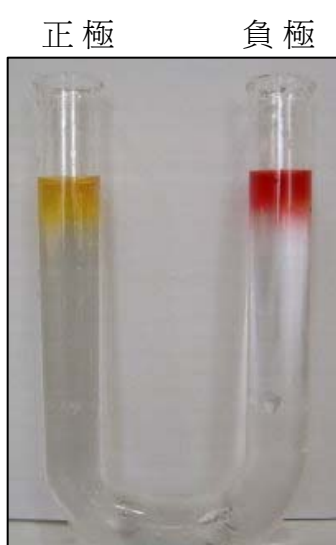
- (1)將電解水時 U 型管兩端指示劑的變色結果整理如下表 3，可知正極的水溶液會變成酸性，負極的水溶液會變為鹼性。

表3 電解水時正、負極兩端的檢測結果

指示劑 電極	廣用指示劑 (綠色)	酚紅 (紅色)	酚酞 (無色)
正極	黃色 (由綠變黃)	黃色 (由紅變黃)	無色 (不變色)
負極	藍色 (由綠變藍)	紅色 (不變色)	紅色 (由無色變紅)



照片12 廣用指示劑結果



照片13 酚紅結果



照片14 酚酞結果

3. 討論：

- (1)使用燒杯來檢測電解時兩端的酸鹼性較不易明顯觀察，因會產生酸鹼中和的現象，所以我們使用 U 型管來組裝電解裝置。
- (2)由文獻得知指示劑的變色範圍如下：

酚紅： 黃 pH 6.8 \longleftrightarrow pH 8.4 紅


酚酞： 無 pH 8.3 \longleftrightarrow pH 10.0 紅

廣用指示劑：

pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11
顏色	紅	紅	橙	黃	黃 綠	綠	藍 綠	藍 紫	藍 黑

根據指示劑的變色範圍以及上表 3 所示正、負極兩端的檢測結果，整理如下表 4，可以推測出正極的 pH < 6，負極的 pH > 11。

表4 電解水時正、負極兩端的變色結果與pH值範圍

指示劑 \ 電解後水溶液	正極	負極
酚紅	 黃色， pH < 6.8	 紅色， pH > 8.4
酚酞	 無色， pH < 8.3	 紅色 pH > 10.0
廣用指示劑	 黃色， pH 為 6	 藍黑色， pH 為 11

由此可知，產生水的電解時，正極的 pH 值小於 7，所以正極為酸性；而負極的 pH 值大於 7，所以負極為鹼性。

三、怎樣利用電解水時兩極產生酸鹼變化的原理來製作畫板？

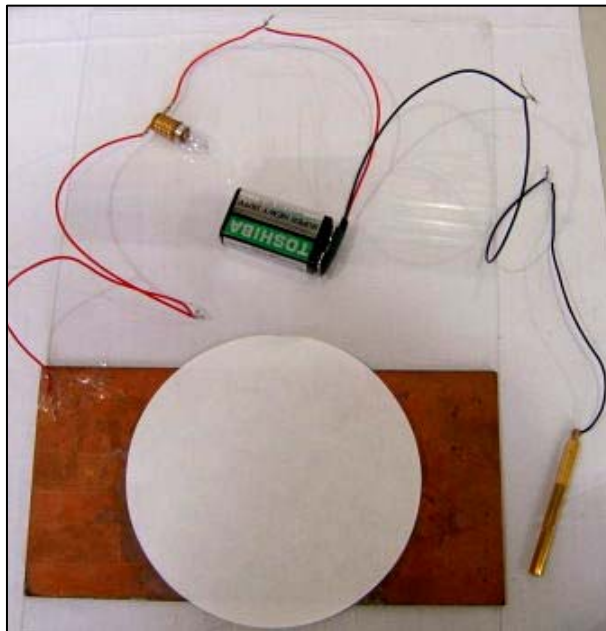
(一) 怎樣組裝電解裝置在板子上成為畫板？

1. 實驗方法：

- (1) 將導電板放在壓克力板上，並用膠帶固定住。
- (2) 使用串聯的方式，把 9V 電池、燈泡連接成通路。
- (3) 把串聯通路的負極那端接上金屬棒，成為畫筆。
- (4) 把串聯通路的正極那端接觸導電板，並將電線黏貼固定在導電板上。
- (5) 將濾紙放在導電板上成為畫布。
- (6) 在濾紙上滴硝酸鉀水溶液與酚酞指示劑。
- (7) 用畫筆在濾紙上畫畫或寫字。

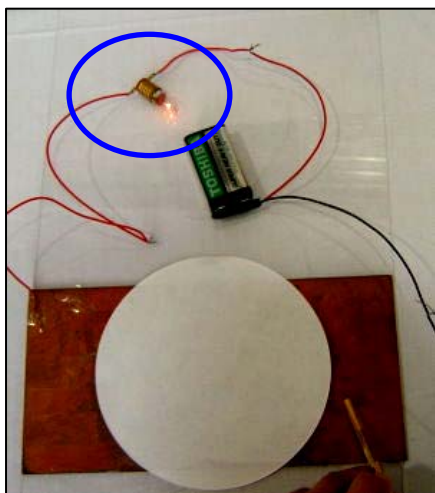
2. 結果：

- (1)裝置在壓克力板上的電解裝置，正極接在導電板上，負極接上金屬棒的畫筆，通電時可在濾紙的畫布上寫字或畫圖的畫板，如下照片 15。

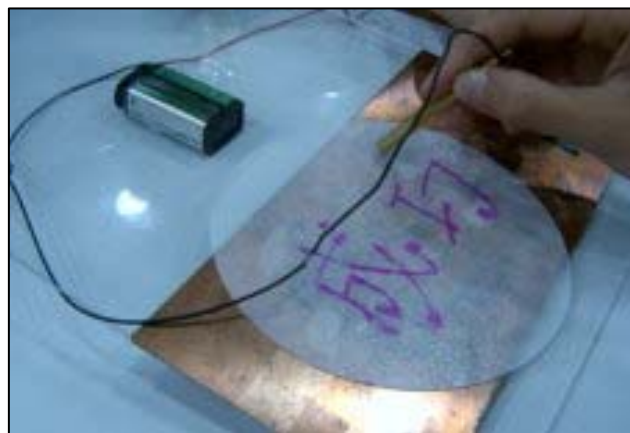


照片15 組裝在板子上的簡易畫板

- (2)當畫筆與導電板接觸時，會形成一個串聯的通路，讓燈泡明亮，如下照片 16。
- (3)畫筆接觸滴入硝酸鉀水溶液與酚酞指示劑的濾紙時，便會形成通路，產生水的電解，且畫筆是接在負極那端，為鹼性，會讓酚酞指示劑變紅色，因此可以成功的在畫板上寫字，如下照片 17。



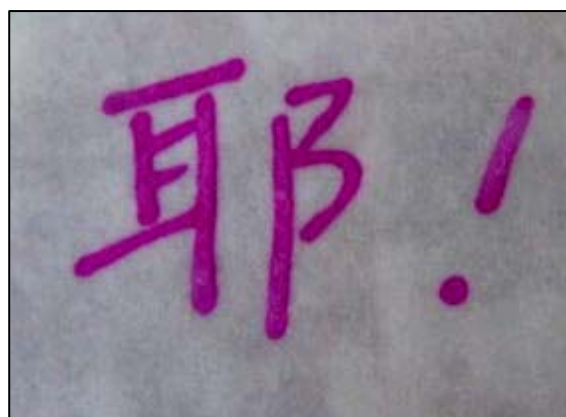
照片16 畫筆接觸導電板
形成通路讓燈泡明亮



照片17 水的電解讓負極的畫筆產生
鹼性讓酚酞變紅色

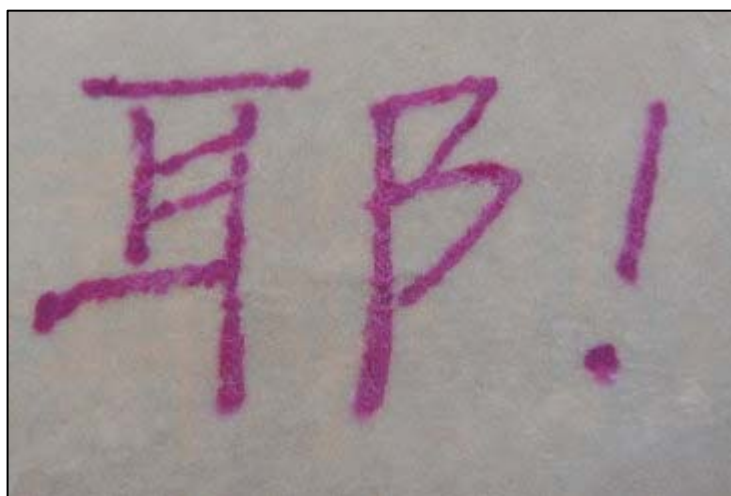
3. 討論：

- (1) 畫筆與導電板接觸時，讓滴入硝酸鉀溶液的濾紙產生水的電解，又因我們滴了無色的酚酞指示劑在濾紙上面，所以會使負極的畫筆所產生的鹼性讓酚酞由無色變成了紅色。
- (2) 在濾紙上同時滴入硝酸鉀水溶液與酚酞指示劑當畫布時，好像太過潮濕，會讓寫出來的字暈開，如下照片 18。所以我們改成同時使用兩張濾紙當畫布，這樣就比較不會有暈開的情形，如下照片 19。



照片 18 因濾紙潮濕而暈開的字 照片 19 改良後較不會暈開的字
(使用兩張濾紙)

除外，我們也討論了另一個方法，就是先將濾紙滴入硝酸鉀水溶液，並放置一陣子後讓濾紙乾燥些，等要放在導電板上當畫布時，再滴入酚酞指示劑，這樣也比較不會產生字暈開的情形，如下照片 20。



照片 20 改良後較不會暈開的字 (滴入硝酸鉀水溶液後
放置乾燥，當畫布時再滴入酚酞指示劑)

(3)組裝畫板的過程，金屬棒與導電板接觸就會形成通路產生水的電解，但如果不小心將金屬棒碰到導電板時，也會產生電解讓濾紙變色，畫出不是我們想要畫的圖樣；而且因串聯的電線較長，也常會有打結的情況。所以我們決定要修改畫板的電路裝置，讓我們可以控制要不要通電，並將所用到的電線整理整齊，才不會造成打結或電線沒接好就斷線的情形。

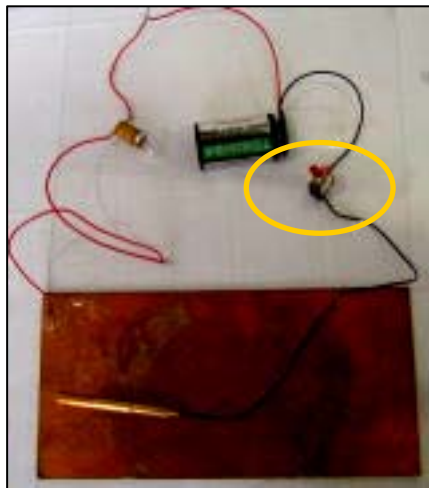
(二) 怎樣讓畫板方便控制電源並且使電線好整理？

1. 實驗方法：

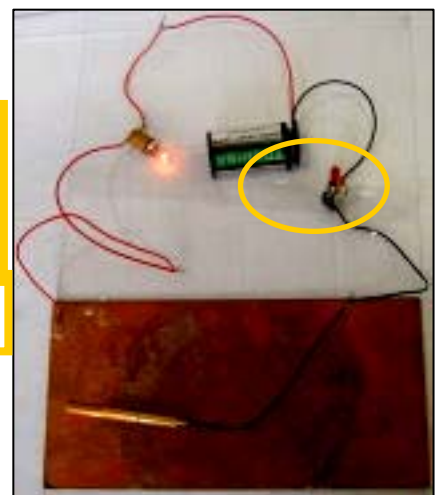
- (1)準備一個可以控制電源的開關，串聯在畫板的通路上。
- (2)整理雜亂的電線，將部分電線用烙鐵烙在單端子上。

2. 結果：

- (1)加入開關後可以控制畫板的通電情形；當開關打開時，畫筆接觸導電板上的濾紙便會產生水的電解，而開關關閉時，畫筆接觸導電板上的濾紙就不會有電解的情形，也不會讓濾紙變色，如照片 21、22。

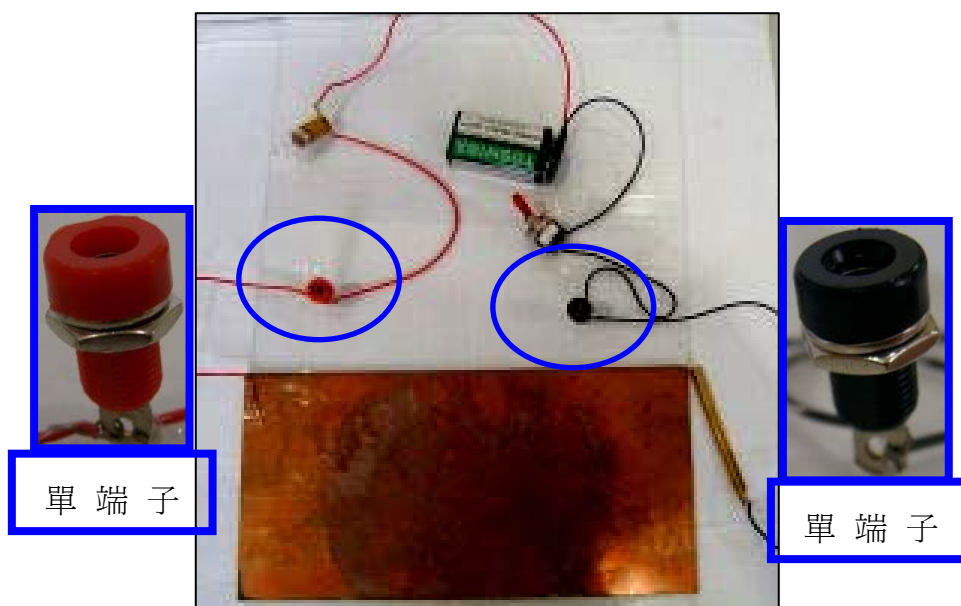


照片21 開關關閉燈泡不亮



照片22 開關打開燈泡明亮

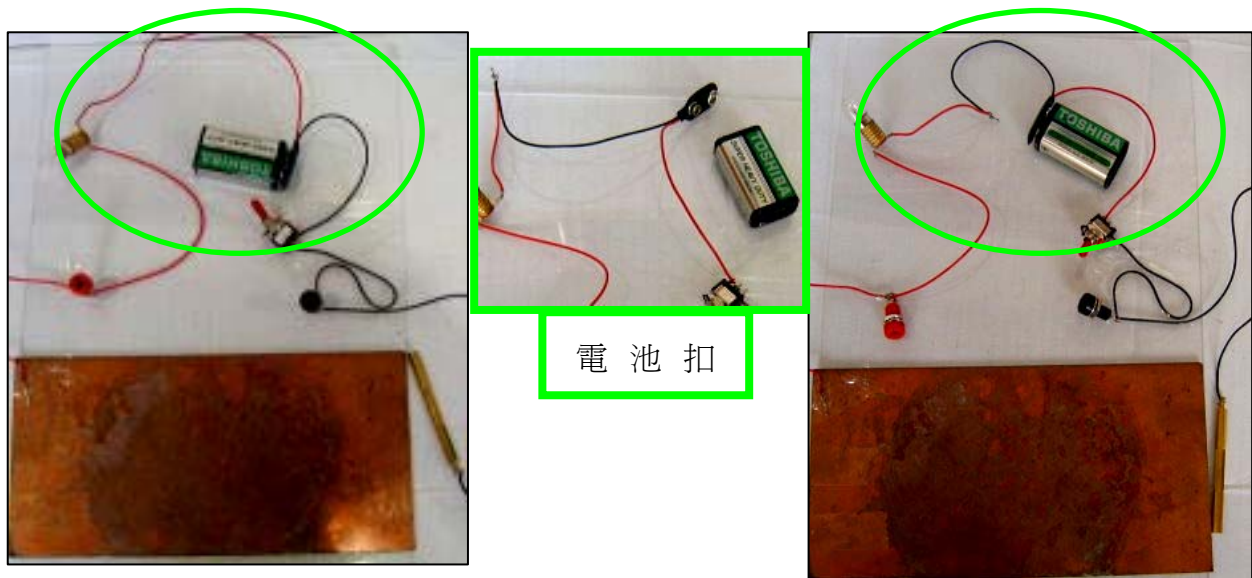
- (2)畫板上加入單端子來連結電線後，讓電線較易整理整齊，比較不會有互相勾住或電線沒接好就斷線的現象，如下照片 23。



照片 23 加入開關與單端子的畫板

3. 討論：

- (1) 回想四年級製作電池玩具時，曾經使用開關，我們將開關串聯在玩具上，因有了開關便可以隨時控制要不要通電，才不會有一直形成通路而無法關掉的情形，造成不必要的電源浪費。
- (2) 組裝畫板時，因串聯的電線較長，只要一不小心沒將兩條電線牢牢的纏住，電線便會分開形成斷路；且連接的電線較長也會有彼此勾住的情形。於是我們向師長請教，得知有一種金屬材質稱為單端子的工具，將電線接在單端子的金屬部位上，可使連接的電線不易斷掉，也較不會有電線太長互相勾住的情況。
- (3) 電解水時，正、負極有不同的酸鹼性，可以讓指示劑有不同的顏色。而我們組裝的畫板是將正極固定在導電板上，金屬棒的畫筆接電源的負極，電解時是產生鹼性的變化；但如果我們想讓畫筆變成正極，產生酸性的變化時，要將已接上9V電池的電池扣電線拆下來，然後再將正、負極以相反方向連接電線，這樣電流的方向才會相反，相當不方便。如下照片 24、25。



照片 24、25 接上9V電池的電池扣電線拆下，再以相反方向連接電線，讓電流方向相反

我們決定再進行改良，讓畫板的正、負極方向可以隨意的改變，使畫筆可變成正極或負極，而電解時能產生酸性或鹼性，這樣就可以讓指示劑有不同的變色效果。

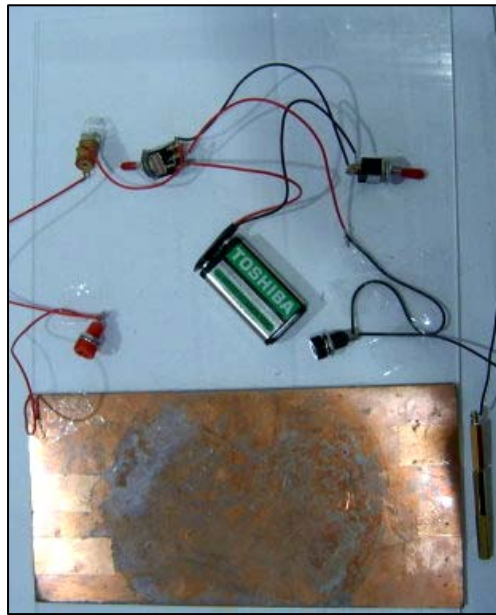
(三) 怎樣讓畫板的正極、負極可以隨意改變方向？

1. 實驗方法：

- (1)準備一個正負極轉換開關。
- (2)使用電線連接正負極轉換開關的電路，並用烙鐵固定電線。
- (3)將正負極轉換開關串聯在畫板的電路上。
- (4)在濾紙的畫布上滴入廣用指示劑、酚紅、酚酞等指示劑，並切換正負極轉換開關觀察畫布的變化情形。

2. 結果：

- (1)接上正、負極轉換開關後便完成可以改變電流方向的畫板，當我們切換正、負極轉換開關時，就可改變電流的方向，讓畫筆變化成正極或負極，如下照片 26。



照片26 接上正、負極轉換開關的畫板

(2)在濾紙上分別滴入廣用指示劑、酚紅、酚酞等指示劑，用畫筆在濾紙上寫字，並切換正、負極轉換開關所得到的變色結果如下表 5 所示。

表 5 切換正、負極 轉換開關所得到的變色結果

廣用指示劑		負極： 變藍色 正極： 變紅色
酚紅		負極： 不變色 正極： 變黃色
酚酞		負極： 變紅色 正極： 不變色

(3)在同一張濾紙上同時滴入兩種或三種不同指示劑，再用畫筆在上面畫圖，並切換正、負極轉換開關，可以得到不同的變色結果，如下照片 27~29 所示。



照片27 同時滴入廣用指示劑（上半部）與酚酞（下半部）所形成的圖案



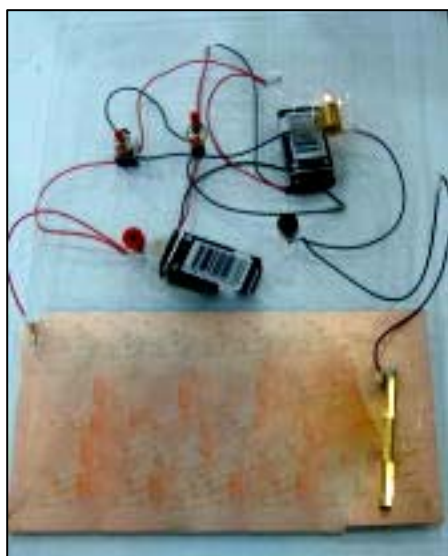
照片28 使用廣用指示劑所形成的圖案



照片29 同時滴入酚紅（上半部）與廣用指示劑（下半部）所形成的圖案

3. 討論：

- (1)在畫板上寫字時，正、負極有不同的酸鹼性，但以我們原本連接通路的方法並不方便隨意變化電池的正負極，同時也無法改變酸鹼性讓畫板產生不同的顏色；除非將接好的電線拆下再重新反接上去，但這樣相當不便，我們向師長求助，希望能找到較為方便的方法。經過指導後我們知道有種可以改變電流方向的正、負極轉換開關，將此開關連接在畫板的電路上，就可以方便切換開關來改變電流正、負極流向，當然也可以變化畫筆的正、負極了。
- (2)已經完成的畫板上有電池、燈泡、開關、單端子以及正、負極轉換開關等工具，如果沒有將它們黏在畫板，攜帶時便會受到拉扯，造成電線掉落的問題；於是我們將畫板鑽洞，把燈泡、開關、單端子以及正、負極轉換開關固定在畫板，這樣畫板就能方便攜帶。此外，我們也決定將畫板的電源以兩顆9V電池串聯，以產生較高的電壓，讓電解的效果更好，在畫板畫圖或寫字也會更明顯，照片30。為了讓畫板更美觀，我們為畫板做造型，變成超級可愛的海綿寶寶畫板，如照片31。

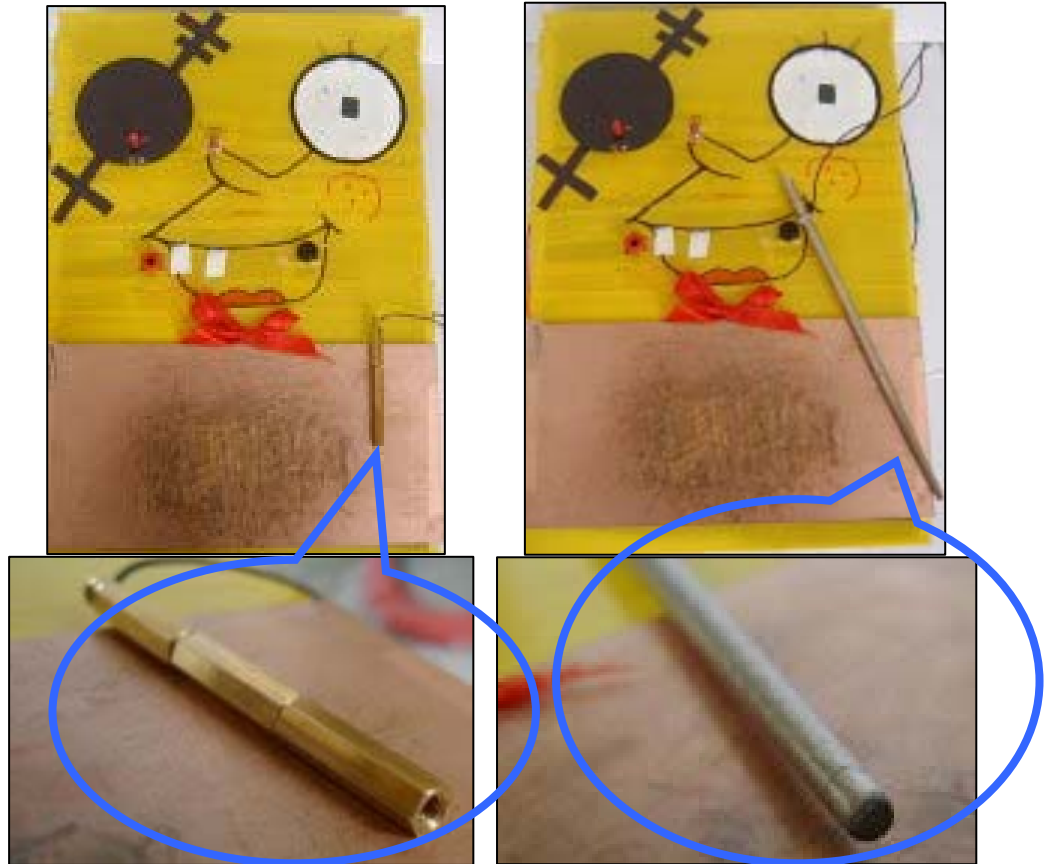


照片30 固定住所有工具的畫板



照片31 加上造型的超可愛
海綿寶寶畫板

(3) 當我們使用畫板在寫字或畫圖時，發現以金屬棒當畫筆感覺有點短不好握，而金屬棒前端比較尖銳（照片32），太用力畫時易將濾紙刮破，我們討論決定將金屬棒改成不鏽鋼筷，因不鏽鋼筷可導電且比較長，前端也較圓鈍，不會將濾紙刮破，如照片33。



照片32 金屬棒的畫比較短、 照片33 不鏽鋼筷的畫筆較長、
前端較尖銳 前端較圓鈍

四、哪些天然的指示劑可在畫板上寫出不同顏色的文字或畫出不同圖案？

（一）怎樣萃取出天然的指示劑？

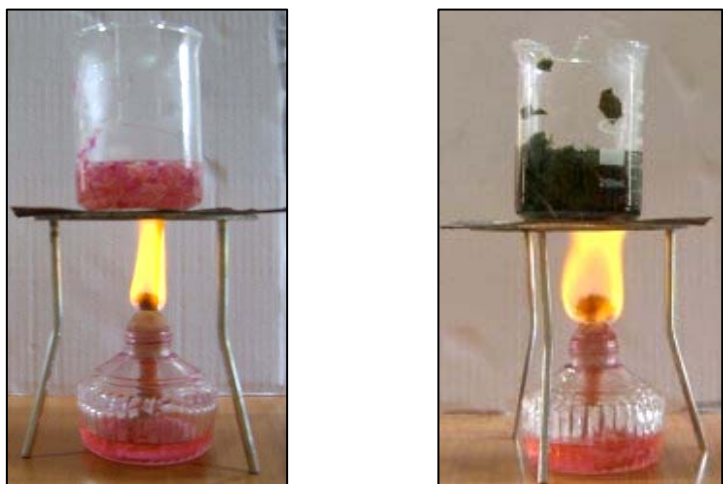
1. 實驗方法：

(1) 準備六種植物作為天然指示劑的原料，有紅鳳菜菜葉、紫色高麗菜菜葉、地瓜葉、紅色杜鵑花花瓣、紅色鳳仙花花瓣、變葉木葉子。



紅鳳菜 紫高麗菜 地瓜葉 杜鵑花 鳳仙花 變葉木

- (2) 分別將上面六種植物切碎，放入不同的燒杯中。
- (3) 用高溫的熱水到入燒杯中浸泡。
- (4) 使用酒精燈加熱泡有切碎植物的燒杯，以加速色素溶出，如照片 34。



照片 34 使用酒精燈加熱以加速色素溶出

2. 結果：

(1) 六種不同植物溶出的天然指示劑顏色如下表 6。

表6 天然指示劑顏色

種類	紅鳳菜	變葉木	杜鵑花	紫高麗菜	地瓜葉	鳳仙花
顏色	紫色	黑紫色	粉紅色	紫色	綠色	粉紅色

3. 討論：

- (1)在裝有植物的燒杯中倒入熱水來萃取天然指示劑時，發現熱水便能將色素溶出來，但速度較慢，所以我們使用酒精燈加熱，可以加速色素溶出的速度，減少我們等待的時間。
- (2)不同植物溶出的天然指示劑顏色也不一樣，它們的外表顏色和汁液顏色很相近。植物的色素有葉綠素、葉黃素、花青素、類胡蘿蔔素等，植物本身含有哪種色素多寡就會影響溶出來的天然指示劑顏色。

(二) 天然的指示劑遇到酸鹼的顏色變化情形如何？又哪些天然指示劑適合在畫板上作畫？

1. 實驗方法：

- (1)取 20g 的小蘇打放入200ml水的水中，形成鹼性的水溶液。
- (2)倒200ml的醋在燒杯裡面，就是酸性的溶液。
- (3)將小蘇打水與醋分別取 30ml 裝入試管中，共有 6 支裝有小蘇打水與 6 支裝有醋的試管。
- (4)將上述六種植物溶出的天然指示劑分別使用滴管滴入試管，觀察指示劑的顏色變化並記錄下來。
- (5)使用上述六種植物溶出的天然指示劑在畫板上作畫，觀察指示劑的顏色變化並記錄下來。

2. 結果：

- (1)將上述六種天然指示劑在酸性與鹼性環境中的變色結果整理如下表 7。

表7 天然指示劑在酸性與鹼性環境的變色結果




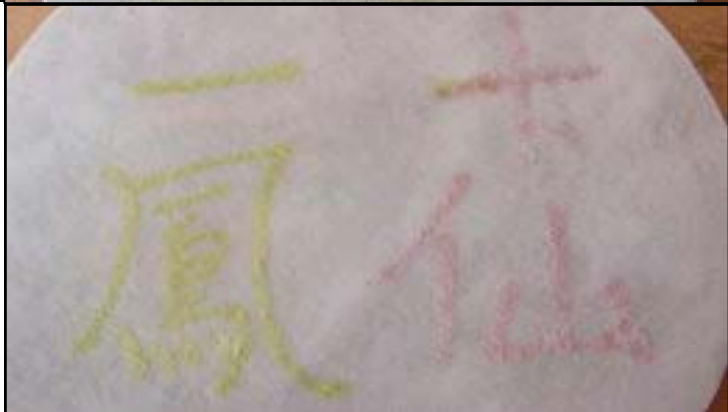
植物	溶出的指示劑顏色	遇酸時顏色	遇鹼時顏色	照片（由左到右分別為遇酸、原色、遇鹼）
紅鳳菜	紫棕色	紅棕色	綠棕色	
變葉木	黑紫色	紅色	綠色	

杜鵑花	粉紅色	桃紅色	黃綠色	
紫高麗菜	紫色	紅色	綠色	
地瓜葉	綠色	綠色	黃綠色	
鳳仙花	粉紅色	桃紅色	黃色	

(2)將上述六種天然指示劑在畫板上寫字的顏色變化結果整理如下表 8。

表8 天然指示劑在畫板上的變色結果

植物	在畫板上切換正、負極時的變色結果 (酸性、鹼性)	是否適合在畫板上使用
紅鳳菜		正極變化明顯，但負極較不明顯。 (可用於畫板)
變葉木		正、負極皆有明顯的變色。(適合用於畫板)

杜鵑花		正、負極皆有明顯的變色。(適合用於畫板)
紫高麗菜		正、負極皆有明顯的變色。(適合用於畫板)
地瓜葉		正、負極皆沒有明顯的變色。(不適合用於畫板)
鳳仙花		正、負極皆有明顯的變色。(適合用於畫板)

(3)遇到酸性與鹼性變色較明顯的天然指示劑，使用在畫板上時也會有較好的變色效果，因此適合用在畫板上，例如：紅鳳菜、變葉木、杜鵑花、紫高麗菜、鳳仙花等。

3. 討論：

- (1) 當我們使用萃取出來的天然指示劑在畫板寫字時，雖然達到變色的效果，而且切換正、負極也有不同的顏色變化，但因為是滴在濾紙上的關係，所以顏色變得很淡，感覺沒那麼明顯。因此，在萃取天然指示劑時，植物的量要多一些，才能萃取出比較高濃度的指示劑，指示劑顏色會較深，變色也會明顯些。
- (2) 適合作為天然指示劑的植物常是含有花青素、類胡蘿蔔素等色素的植物，所以有顏色的花朵或紫色葉片所萃取出來的汁液就可以作為天然的指示劑。而地瓜葉只能萃取出葉綠素，對酸鹼並沒有明顯的變化，並不適合作為指示劑使用。
- (3) 植物體內的花青素，會因為環境酸鹼性的不同而改變顏色，所以同一種植物種植在不同地點時，所開出的花朵顏色會不一樣。因此藉由植物的花青素隨著環境的酸鹼性而改變的特性，可萃取出含有花青素的植物汁液作為酸鹼指示劑。

伍、結 論

- 一、含有電解質的水溶液（如食鹽水溶液、硝酸鉀水溶液）在濃度較小（加入的克數少）以及電池數量少（電壓較小）的情況下不會產生電解的情形。不同電解質的水溶液產生電解時的濃度與電壓也不相同，但在高濃度與高電壓的情況下，皆會產生水的電解。
- 二、產生水的電解時，正、負極皆有氣泡產生，且兩極處並非維持中性，而是正極為酸性，負極為鹼性。
- 三、使用電池、燈泡、開關、單端子、電線以及正、負極轉換開關等工具，並根據電解水時酸鹼性變化的原理以及利用電流形成通路的概念，在經過一連串的改良與修飾後完成海綿寶寶畫板。畫筆接觸畫板的瞬間會形成電流並產生水的電解，切換正、負極轉換開關可控制畫筆的正、負極，以產生酸性或鹼性，便可在沾有指示劑的畫布上寫字或畫圖。
- 四、適合作為天然指示劑的植物常是含有花青素、類胡蘿蔔素等色素的植物，所以有顏色的花朵或紫色葉片所萃取出來的汁液就能用來作為天然的指示劑。遇到酸性與鹼性變色較明顯的天然指示劑，使用在畫板

也會有較好的變色效果，因此適合用在畫板上，例如：紅鳳菜、變葉木、杜鵑花、紫高麗菜、鳳仙花等。

陸、感想

- 一、很榮幸也很高興有這個機會可以參與科展，在這次的科展的研究當中，讓我們學習到許多知識，除此之外，我們還從中學習到如何和同伴進行討論和堅持到底的精神。在科展當中當大家一起討論如何接通電路、製作天然指示劑、決定如何裝飾畫板的過程，感覺內心是相當充實的，因為那是課本中學不到的。
- 二、感謝師長對我們的細心指導，讓我們從完全不了解科展，到最後變成知道如何設計實驗、進行實驗、實驗結果討論，做的過程雖然辛苦，但是一看到完成的作品，我們的成就感就油然而生，因為這是大家非常努力做出來的。
- 三、科展並不像課本一樣死板，它必須兼顧理論、想法、改變、結論等關卡。就像我們著手進行這次科展時，因為找不出畫筆的使用材料傷透腦筋，試了好幾種方法，大家絞盡腦汁克服困難，一次次的討論，一次次的研究，分工合作做出了畫板。
- 四、我們這次完成的畫板，是應用上課學到的理論加以延伸製作出來的，可見科學運用在日常生活中，不僅可以製作工具，說不定還有很多用處等我們去發現喔！

柒、參考資料

- 一、牛頓編輯部（民96）。四下自然與生活科技課本、習作、教學指引。台南：牛頓。
- 二、呂彬實（民92）。化學魔法棒。台北市：泛亞文化。
- 三、金夏均（民96）。哇！科學實驗真好玩！台北市：新苗文化。
- 四、吳惠潔（民74）。繽紛的彩色世界。小牛頓，18，88-93。
- 五、吳立萍（民95）。你喝的飲料比醋還酸嗎？小牛頓，190，10-15。
- 六、吳立萍（民95）。肥皂酸鹼測試。小牛頓，153，78-81。
- 七、黃玉琴（民79）。酸鹼世界知多少。小牛頓，80，52-57。

- 八、馮博裕（民88）。**電解食鹽水**。國際科展初選合格作品。
- 九、電解水時兩極指示劑的變化。嘉義市北興國中科展網頁。民97年10月21日，取自：<http://freebsd.psjh.cy.edu.tw/~science/science/deaefault.htm>
- 十、翰林編輯部（民97）。五上自然與生活科技課本、習作、教學指引。台南：翰林。
- 十一、蘇卡奇（民97）。**觀念化學Ⅲ**。台北市：天下文化書坊。

【評語】 080822

作者從自然與生活科技課程學習中獲得此主題的研究構想，發揮團隊合作精神，集思廣義創作出各種組合，運用電解原理，電流變化和酸鹼指示劑顏色的改變，作出繪畫作品，是個非常有趣的主題。