

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 化學科

030214

高雄縣立燕巢國民中學

指導老師姓名

紀順隆

作者姓名

張雅茜

林宛瑩

宋沛穎

吳欣柔

# 小而省的高效率鋅銅電池

## 壹、摘要：

課本中關於鋅銅電池的實驗其裝置複雜而且效果不佳，電流過小（約 2mA），我們嘗試改良鋅銅電池的裝置予以縮小簡單化、增大電流，使電池足以讓 LED 燈泡發光，增進實驗效果並減少藥品的浪費，並利用隨手可得的器材來製作各種小型鋅銅電池，最後發展出密閉不漏可隨身攜帶的鋅銅電池。

## 貳、研究動機：

我們在做課本中關於鋅銅電池的實驗時，發現費了老半天組裝起來的電池，只能讓毫安培計指針動一下，其餘什麼也沒發生。等了 10 分鐘，課本中所提到的鋅片會減少，銅片會有銅析出的現象也觀察不到，更不用說可以用來點亮燈泡了。偶然情況下把別組鹽橋放入我們這組電池中，發現毫安培計讀數增加了，使我們發現鋅銅電池的潛力應該不只如此，或許改變鹽橋可以有不一樣的結果，這其中的秘密，有待我們的研究。

## 參、研究目的：

- 一、利用課本鋅銅電池的裝置找出影響電流的主要因素。
- 二、改良鹽橋結構，設計組裝容易的鋅銅電池使電流增大到足以使 LED 燈泡發光。
- 三、縮小鋅銅電池體積，能達到效果又能節省材料，降低廢棄物量。
- 四、是否能利用單一器皿製作密閉不漏便於攜帶的鋅銅電池。

## 肆、研究器材設備：

硫酸銅、硫酸鋅、硝酸鉀、澱粉、燒杯、(50ml、250ml、1L)U 形管、量筒(50ml、100ml)、棉花、培養皿、導線、三用電表、熱熔膠、銅片、鋅片(取自乾電池)、方型盒子、保特瓶瓶蓋、軟膏罐子、天平、磁石加熱攪拌器、LED 燈泡(工作電壓 2V~3.6V)Ø5mm 紅光、針筒(5ml、10ml)、電烙鐵、焊錫

## 伍、研究方法及結果：

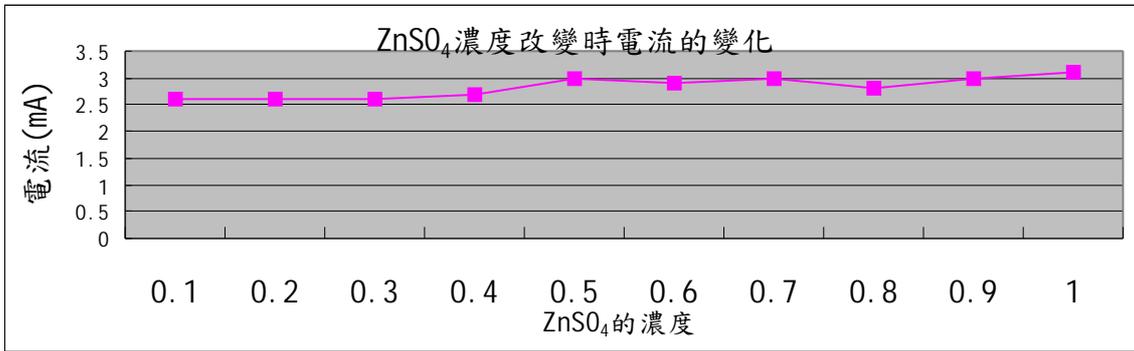
- 一、利用課本鋅銅電池的裝置找出影響電流的主要因素。
  - (一)、方法：以課本裝置，分別改變①硫酸鋅濃度②硫酸銅濃度③鹽橋濃度④鹽橋個數⑤鋅片面積⑥銅片面積等六項變因，分別改變上述六項變因中的一項，其餘均按照課本條件找出影響電流大小的主要因素。

### 1、改變 ZnSO<sub>4</sub> 濃度

CuSO<sub>4</sub> : 0.1M, KNO<sub>3</sub> : 1M, 鹽橋 1 組, Zn 片 : 16 cm<sup>2</sup>, Cu 片 : 16 cm<sup>2</sup>

ZnSO <sub>4</sub> 濃度 M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
電流 I(mA)	2.6	2.6	2.6	2.7	3.0	2.9	3.0	2.8	3.0	3.1
電壓 V(伏特)	1.041	1.040	1.039	1.041	1.043	1.051	1.046	1.047	1.051	1.055

(表 一)



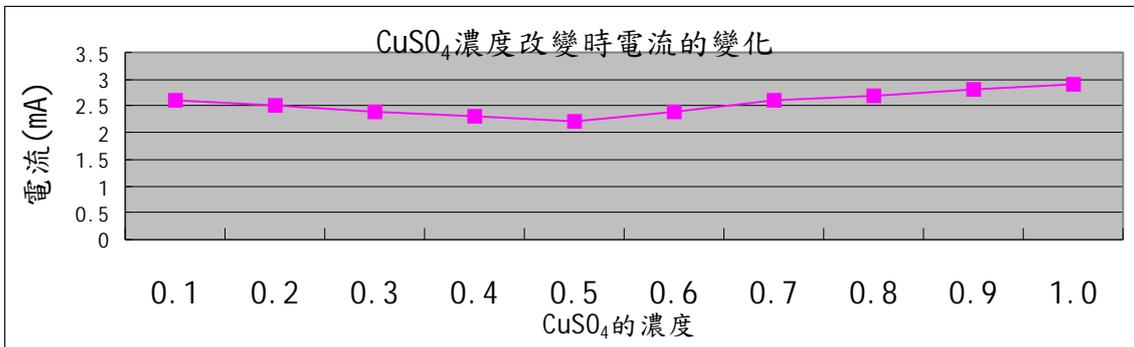
(圖 一)

## 2、改變 CuSO<sub>4</sub> 濃度

ZnSO<sub>4</sub> : 0.1M, KNO<sub>3</sub> : 1M, 鹽橋 1 組, Zn 片 : 16 cm<sup>2</sup>, Cu 片 : 16 cm<sup>2</sup>

CuSO <sub>4</sub> 濃度 M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
電流 I(mA)	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9
電壓 V(伏特)	1.041	1.043	1.043	1.042	1.037	1.043	1.047	1.051	1.053	1.053

(表 二)



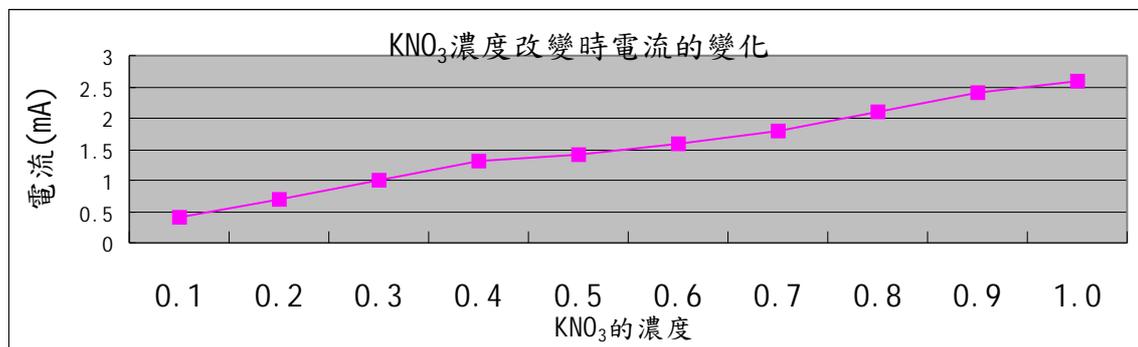
(圖 二)

## 3、改變 KNO<sub>3</sub> 濃度

ZnSO<sub>4</sub> : 0.1M, CuSO<sub>4</sub> : 0.1M, 鹽橋 1 組, Zn 片 : 16 cm<sup>2</sup>, Cu 片 : 16 cm<sup>2</sup>

KNO <sub>3</sub> 濃度 M	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
電流 I(mA)	0.4	0.7	1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.6
電壓 V(伏特)	0.931	0.964	0.983	0.997	1.005	1.006	1.011	1.017	1.023	1.041

(表 三)



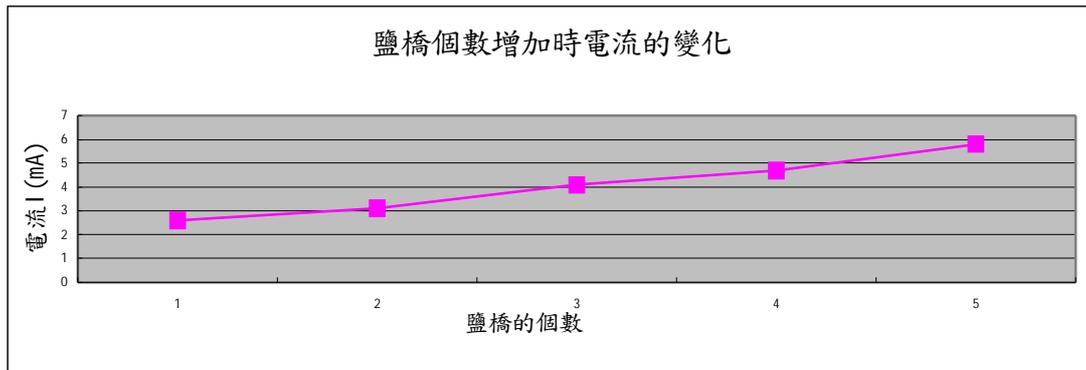
(圖 三)

4、改變鹽橋個數(鹽橋個數超過 5 個就放不下，故只實驗到 5 個)

ZnSO<sub>4</sub> : 0.1M , CuSO<sub>4</sub> : 0.1M , KNO<sub>3</sub> : 1M , Zn 片 : 16 cm<sup>2</sup> , Cu 片 : 16 cm<sup>2</sup>

鹽橋的個數	1	2	3	4	5
電流 I(mA)	2.6	3.1	4.1	4.7	5.8
電壓 V(伏特)	1.041	1.045	1.047	1.046	1.051

(表 四)



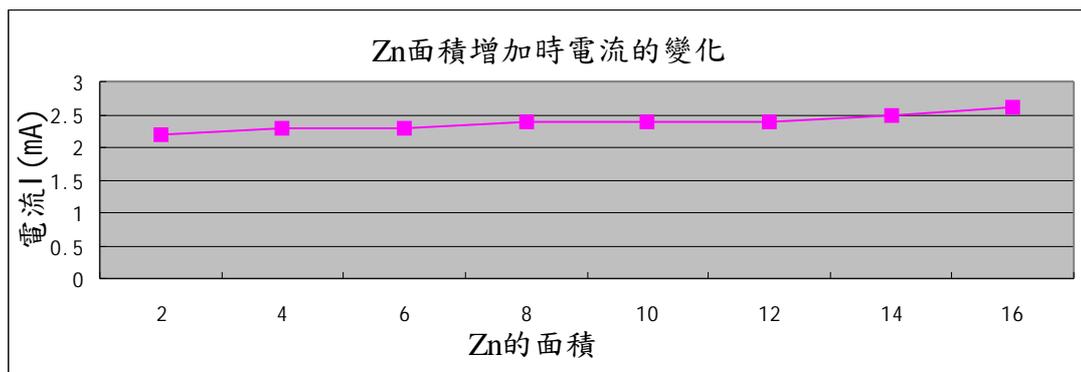
(圖 四)

5、改變 Zn 片面積

ZnSO<sub>4</sub> : 0.1M , CuSO<sub>4</sub> : 0.1M , KNO<sub>3</sub> : 1M , 鹽橋 1 組 , Cu 片 : 16 cm<sup>2</sup>

Zn 的面積 cm <sup>2</sup>	2	4	6	8	10	12	14	16
電流 I(mA)	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.6
電壓 V(伏特)	1.037	1.039	1.040	1.040	1.040	1.040	1.041	1.041

(表 五)



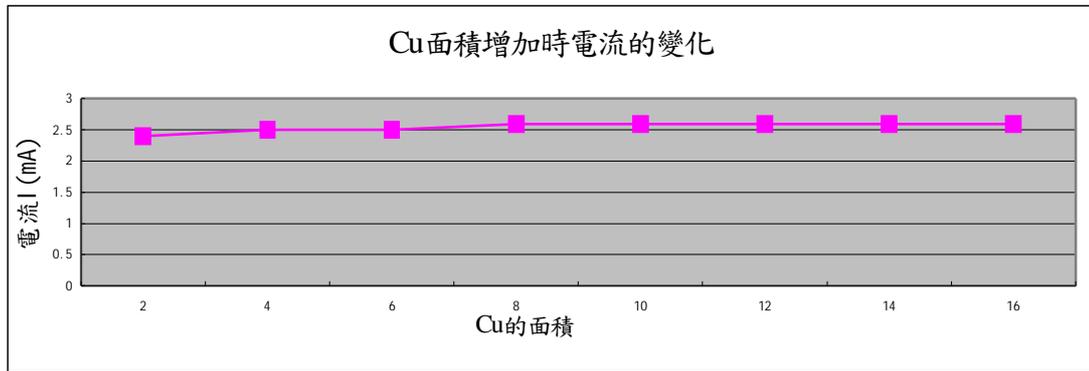
(圖 五)

6、改變 Cu 片面積

ZnSO<sub>4</sub> : 0.1M , CuSO<sub>4</sub> : 0.1M , KNO<sub>3</sub> : 1M , 鹽橋 1 組 , Zn 片 : 16 cm<sup>2</sup>

Cu 的面積 cm <sup>2</sup>	2	4	6	8	10	12	14	16
電流 I(mA)	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
電壓 V(伏特)	1.037	1.039	1.039	1.041	1.041	1.041	1.041	1.041

(表 六)



(圖 六)

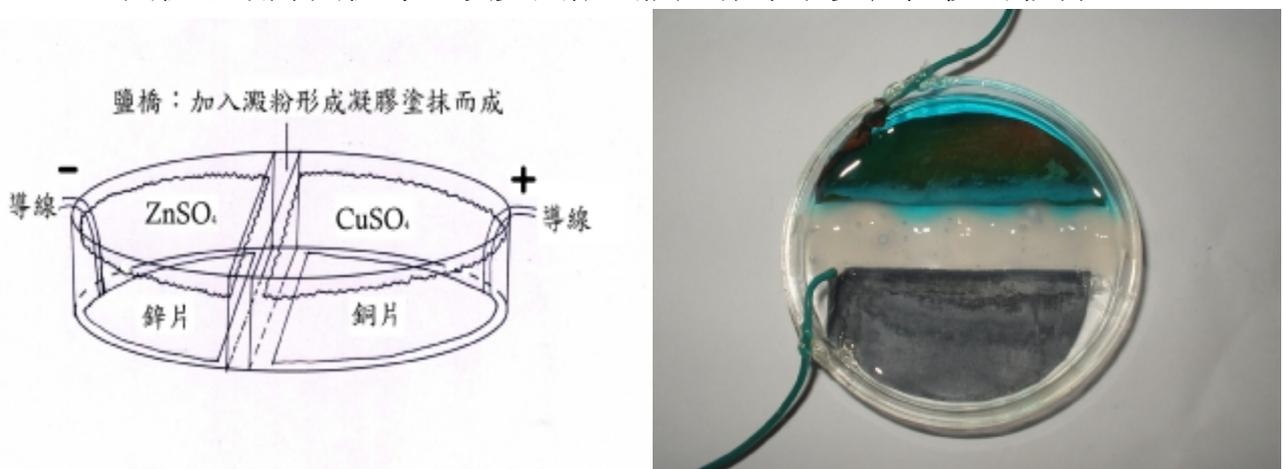
(二)、研究結果:由實驗可知  $ZnSO_4$ 、 $CuSO_4$  的濃度及 Zn 片、Cu 片的面積都不影響電壓大小，對於電流的提升雖然有影響，但增加的幅度不大。而鹽橋中  $KNO_3$  的濃度及鹽橋的個數(接觸面積)增加就會使電流有顯著的增加。



(圖 七)

二、改良鹽橋結構，設計組裝容易的鋅銅電池使電流增大到足以使 LED 燈泡發光。

(一)、方法：由以上結果我們發現鹽橋是影響整個鋅銅電池產生電流的主要的變因，增加接觸面積及  $KNO_3$  濃度對電流影響變化最大。於是我們將原來的鹽橋改為  $KNO_3$  的溶液中溶入澱粉，加熱而形成凝膠以增加其接觸面積，將凝膠塗於培養皿的表面上，放置於兩極溶液之間。(如下圖)再針對改變①澱粉濃度②硫酸鋅濃度③硫酸銅濃度④鹽橋濃度⑤鋅片面積⑥銅片面積等六項變因做測試，觀察改變裝置後的影響。



(圖 八)

1、變澱粉濃度：以不同公克數澱粉各溶於 50mlKNO<sub>3</sub>溶液中，加熱後冷卻成凝膠塗布於培養皿中間成條狀，以分隔兩種溶液。

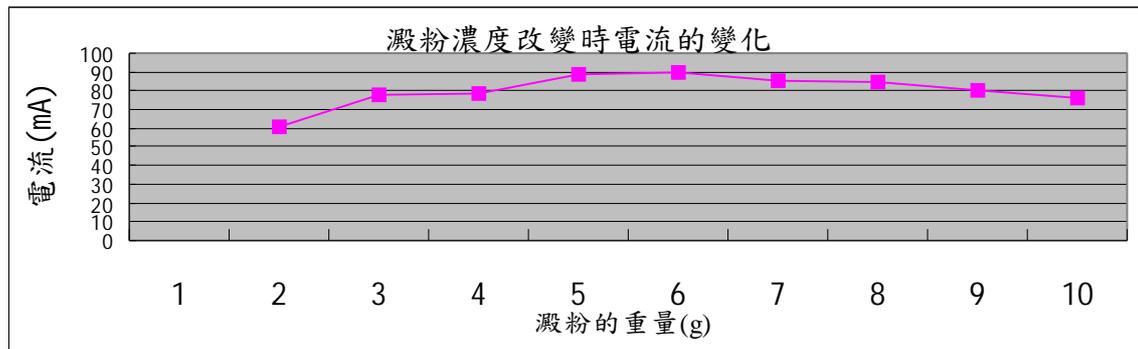
澱粉濃度：(g)/50ml，ZnSO<sub>4</sub>：1M，CuSO<sub>4</sub>：1M，KNO<sub>3</sub>：1M

Zn 片：20 cm<sup>2</sup>，Cu 片：20 cm<sup>2</sup>

澱粉濃度 (g/50ml)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
電流 I(mA)	無	60.3	77.6	78.3	88.7	90.0	85.3	84.6	80.1	76.2
電壓 V(伏特)	無	1.047	1.052	1.058	1.059	1.061	1.025	1.030	1.066	1.060

(表 七)

(我們發現 1g 澱粉無法使 50ml 水溶液呈凝膠狀態，10g 又太黏稠，幾乎成硬塊，也不容易塗抹在培養皿中。)



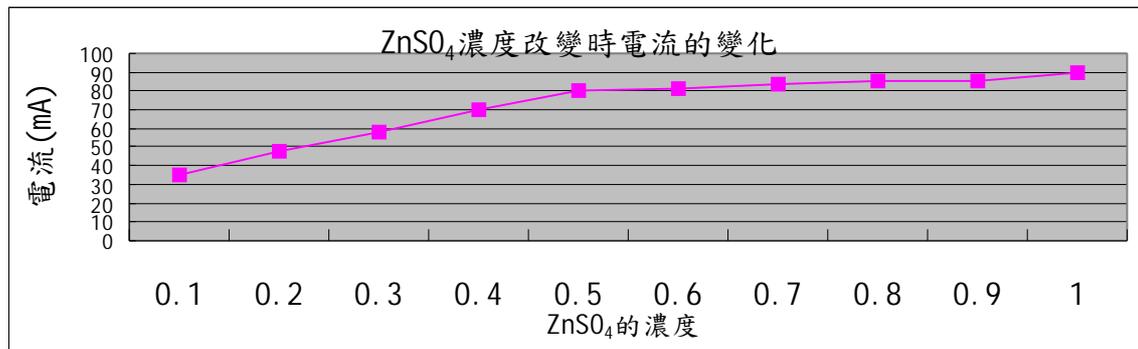
(圖 九)

2、改變 ZnSO<sub>4</sub> 濃度

CuSO<sub>4</sub>：1M，KNO<sub>3</sub>：1M，澱粉溶液 6g/50ml，Zn 片：20 cm<sup>2</sup>，Cu 片：20 cm<sup>2</sup>

ZnSO <sub>4</sub> 濃度	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
電流 I(mA)	34.9	47.8	58.4	69.9	80.4	81.3	83.5	85.6	85.7	90
電壓 V(伏特)	0.964	0.981	1.021	1.034	1.042	1.047	1.049	1.052	1.059	1.061

(表 八)



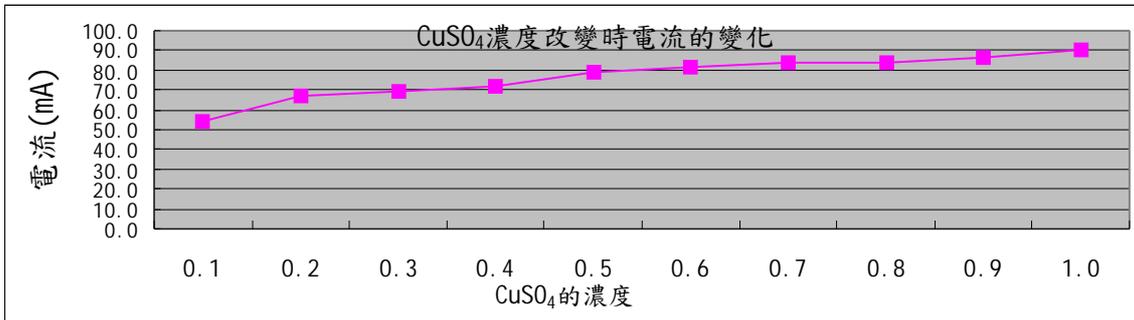
(圖 十)

3、改變 CuSO<sub>4</sub> 濃度

ZnSO<sub>4</sub>：1M，KNO<sub>3</sub>：1M，澱粉溶液 6g/50ml，Zn 片：20 cm<sup>2</sup>，Cu 片：20 cm<sup>2</sup>

CuSO <sub>4</sub> 濃度	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
電流 I(mA)	54.0	67.3	69.2	71.4	79.2	81.3	83.5	84.2	86.3	90.0
電壓 V(伏特)	1.022	1.031	1.037	1.040	1.040	1.047	1.051	1.051	1.060	1.061

(表 九)



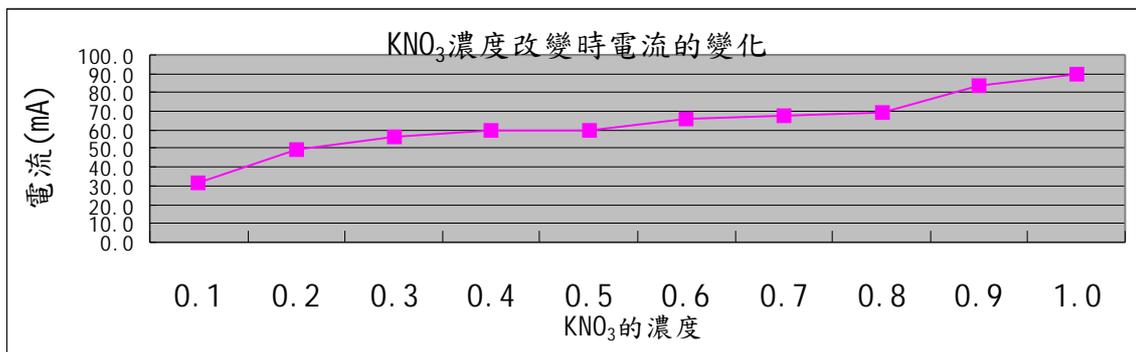
(圖 十一)

#### 4、改變 KNO<sub>3</sub> 濃度

ZnSO<sub>4</sub> : 1M, CuSO<sub>4</sub> : 1M, 澱粉溶液 6g/50ml, Zn 片 : 20 cm<sup>2</sup>, Cu 片 : 20 cm<sup>2</sup>

KNO <sub>3</sub> 濃度	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
電流 I(mA)	31.2	49.3	56.4	60.1	59.7	65.7	67.2	69.2	83.4	90.0
電壓 V(伏特)	1.04	1.047	1.041	1.053	1.048	1.048	1.049	1.05	1.053	1.061

(表 十)



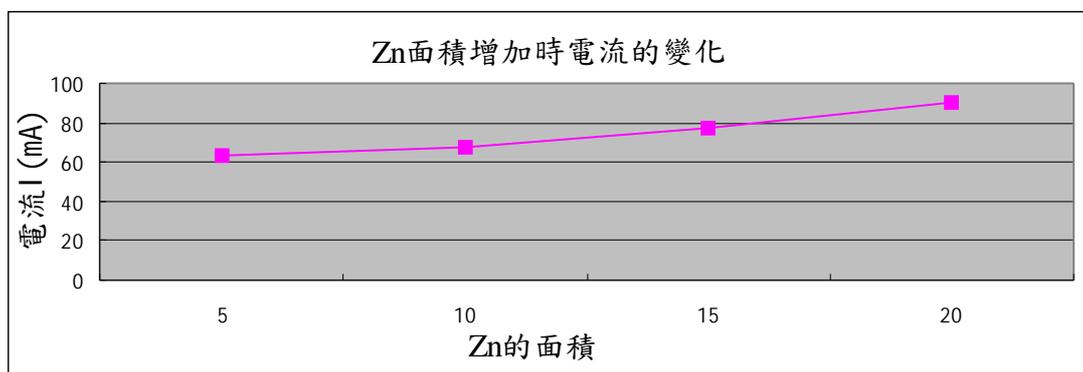
(圖 十二)

#### 5、改變 Zn 片面積

ZnSO<sub>4</sub> : 1M, CuSO<sub>4</sub> : 1M, KNO<sub>3</sub> : 1M, 澱粉溶液 6g/50ml, Cu 片 : 20 cm<sup>2</sup>

Zn 的面積	5	10	15	20
電流 I(mA)	63.1	67.8	77.4	90
電壓 V(伏特)	1.052	1.057	1.058	1.061

(表 十一)



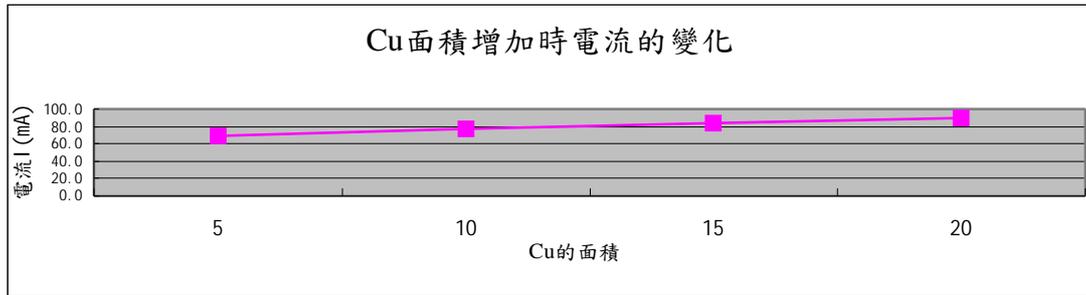
(圖 十三)

#### 6、改變 Cu 片面積

ZnSO<sub>4</sub> : 1M , CuSO<sub>4</sub> : 1M , KNO<sub>3</sub> : 1M , 澱粉溶液 6g/50ml , Zn 片 : 20 cm<sup>2</sup>

Cu 的面積	5	10	15	20
電流 I(mA)	68.7	77.4	84.3	90.0
電壓 V(伏特)	1.049	1.055	1.055	1.061

(表 十二)



(圖 十四)

(二)、研究結果:如果澱粉太少，則無法形成凝膠，會使二側溶液相混合，造成電池電流下降，而且 Zn 片上迅速有紅色銅析出，不利反應。我們選用 6g 澱粉配成 50ml KNO<sub>3</sub> 溶液，其黏性恰當，且電流也是最大值。而在新型鋅銅電池中 ZnSO<sub>4</sub> 濃度、CuSO<sub>4</sub> 濃度 KNO<sub>3</sub> 濃度、Zn、Cu 面積對電流影響皆有顯著的變化。

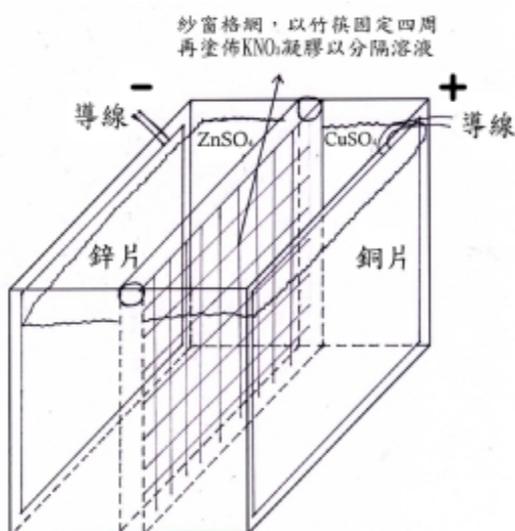
三、縮小鋅銅電池體積，能達到效果又能節省材料，降低廢棄物量。

(一)、我們發現以上條件皆會使鋅銅電池電流增加，所以我們嘗試以各種造型的盒子或瓶蓋代替培養皿，我們將條件固定為 ZnSO<sub>4</sub> : 1M , CuSO<sub>4</sub> : 1M , KNO<sub>3</sub> : 1M , Zn 片、Cu 片面積配合容器形狀而剪裁出適合的大小。

1、方型盒子：

電流：168.3 mA

電壓：1.071 V

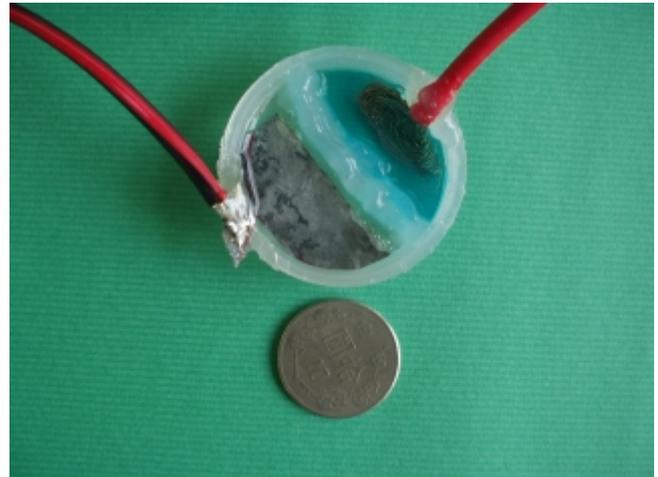
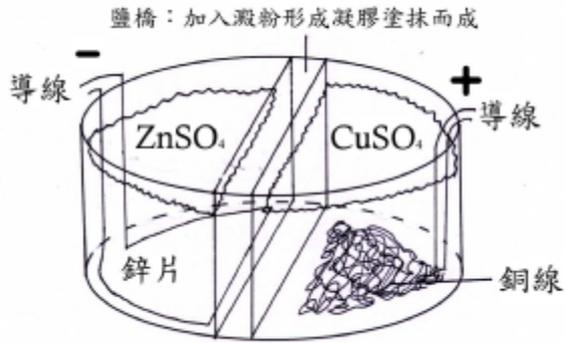


(圖 十五)

2、5.5 cm 藥罐瓶蓋：

電流：80.1 mA

電壓：1.054 V

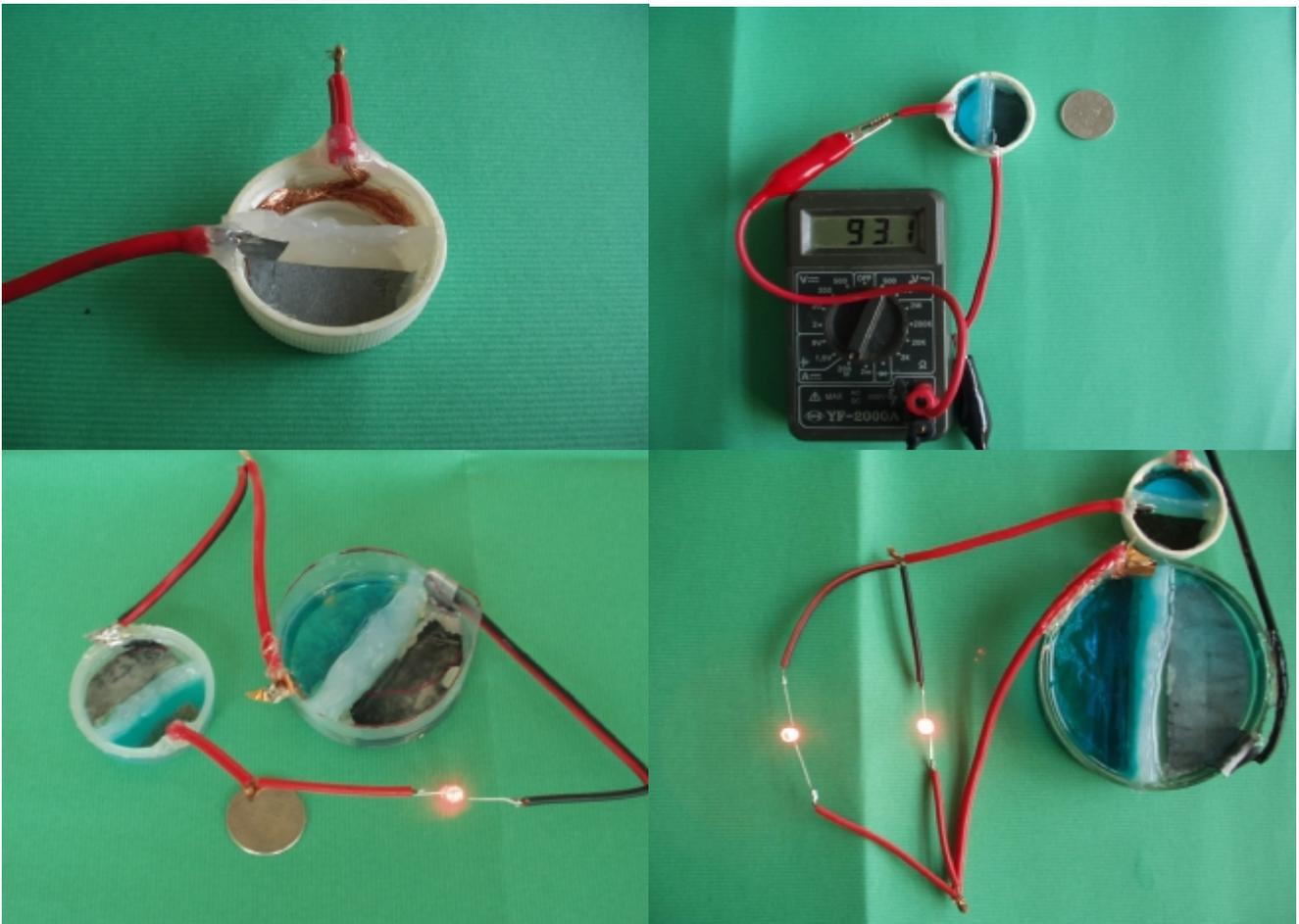


(圖 十六)

3、3.5 cm 悅氏保特瓶的瓶蓋：

電流：93.1 mA

電壓：1.062 V



(圖 十七)

(二)、研究結果：我們改以方型塑膠盒增大鹽橋面積，確實電流也增加了不少 (168.3mA)，而當我們改用小型體積的藥罐瓶蓋及礦泉水瓶蓋時，電流皆有 80mA 以上。

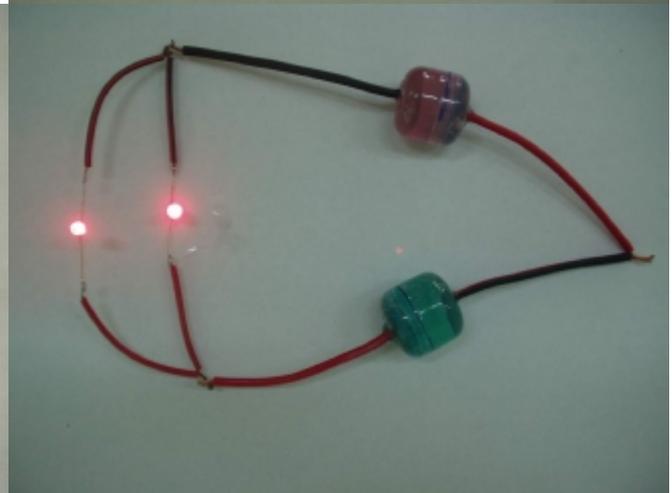
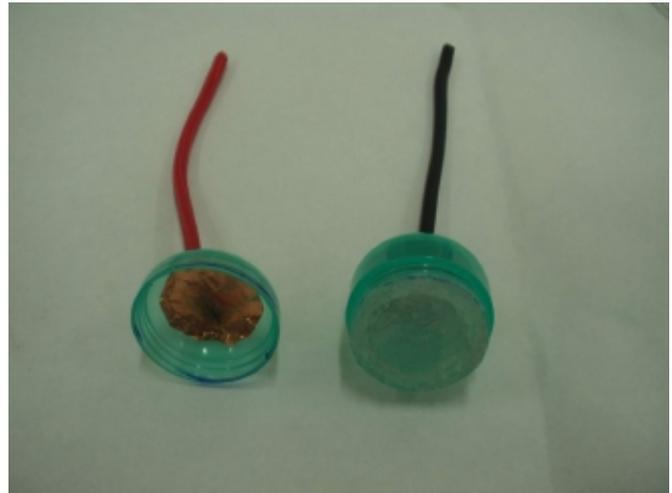
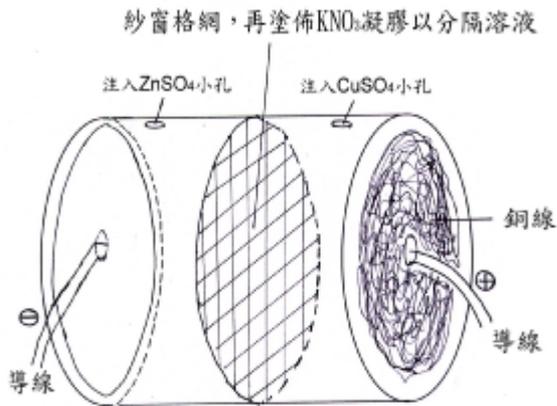
四、是否能利用單一器皿製作密閉不漏便於攜帶的鋅銅電池。

(一)、因爲一般的鋅銅電池不易攜帶，所以我們找到一種軟膏罐子。以上述方法製作鋅銅電池，如下圖：

密閉不漏軟膏罐子

電流：103.2mA

電壓：1.051V



(圖 十八)

(二)、研究結果：密閉電池果然可行，也可以使 LED 發光，體積也更小了。我們以針筒注入  $ZnSO_4$ 、 $CuSO_4$  溶液而電池壽命可達 6 小時左右。

#### 陸、討論:

- 一、Cu-Zn 電池標準電壓爲 1.10V (高中化學實驗手冊)，課本中鋅銅電池電壓和我們實驗所產生的電壓相差不大，符合實驗結果。然而電流卻受到電池內電阻的影響，無法很大。
- 二、由實驗 (一) 可知鹽橋是造成內電阻變大的主因，其他的變因對增加電流的效果並不大，改善鹽橋結構有助於使電流變大。
- 三、利用澱粉凝膠特性，可把兩種不同溶液阻隔於同一器皿中而不會互相干擾，又可以增加接觸面積。

- 四、當我們改進了鹽橋的構造，再一次測試了改變  $\text{ZnSO}_4$  濃度、 $\text{CuSO}_4$  濃度、 $\text{Zn}$  片、 $\text{Cu}$  片的面積對電流的影響時，我們發現這些變因增加時會對電流有明顯的增大。
- 五、澱粉用量  $50\text{ml}$ 、 $1\text{M KNO}_3$  加入  $6\text{g}$  的澱粉量最佳，量太少、太稀不易分隔兩極溶液，而使  $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{CuSO}_4$  相混，太多則形成固化不易塗於塑膠網上。
- 六、改成培養皿後鋅銅電池中  $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{CuSO}_4$  的用量可大幅減少，課本中需使用  $0.1\text{M}$  的水溶液各  $250\text{ml}$ ，而培養皿電池只需  $25\text{ml}$ ，為原來用量的  $1/10$ ，利用瓶蓋則會更少，只需  $10\text{ml}$  即可。使用後所造成的廢液處理問題就更少了。
- 七、改進防止電解液漏出的密閉  $\text{Cu-Zn}$  電池，在串聯兩個電池使電壓達到  $\text{LED}$  燈所需的工作電壓後，所產生的電流足以使  $\text{LED}$  燈發亮。
- 八、為增進效果我們採用  $\text{ZnSO}_4 : 1\text{M}$ ， $\text{CuSO}_4 : 1\text{M}$ ， $\text{KNO}_3 : 1\text{M}$  的濃度製成各種型態電池，電流皆有  $80\text{mA}$  以上，且足以使  $\text{LED}$  燈泡亮，同時壽命（發亮時間）皆能達到半天以上。

#### 柒、結論:

- 一、把凝膠的鋅銅電池應用不同器具上就變得很容易，可利用單一器皿隨意縮小體積，而鋅片由廢棄電池中取得，銅片也可用銅線代替。整個鋅銅電池變簡單了，因為縮小裝置，不但節省材料而且又可廢物利用。
- 二、鋅銅電池的潛力在改進鹽橋後，確實有大幅進步，足以使  $\text{LED}$  燈泡發亮。
- 三、鋅銅電池做成密閉型態後，在攜帶上就更加方便了。

#### 捌、參考資料:

- 一、國中理化第三冊,正式本三版,台北市,國立編譯館,91,民 92 年.
- 二、吳名鎮.張秀明.,高中化學實驗透析(全),民 76 年修訂再版,台北市,建宏出版社,113,民 76 年.
- 三、李旻穗.;楊馥菱.;黃燕靜.;謝明芸.,82 年,鋅銅電池之探討及改良,全國科展作品集,33 屆
- 四、張美玉等.,國中自然與生活科技二下,93 年初版,台南市,翰林出版事業股份有限公司,51,民 93 年.

## 評語

030214 國中組化學科 最佳團隊合作獎

小而省的高效率鋅銅電池

本作品探討鹽橋之改進以改善電池之導電電流，並以澱粉凝膠鹽橋之改良型自製小型電池，作品內容豐富，有創見。團隊成員合作良好。