

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 化學科

第三名

080212

是我放的電

學校名稱：宜蘭縣羅東鎮羅東國民小學

作者：	指導老師：
小五 林柔榕	葉鴻楨
小五 曾莉晴	陳昇群
小五 鍾順標	
小五 張恩格	
小五 林家強	
小四 葉至睿	

關鍵詞：環保電池、分辨金屬

# 是我放的電？

## 摘要：

從一個科學展館的器材引發出一連串探究的實驗。實驗中，對兩片金屬之間產生電能的各項因素，做了持續性的探究，尋找金屬發電的機制，作品最後以裝置的再應用，及環保金屬電池的延伸性製作，作為研究總結。

## 壹、研究動機

去年暑假，去高雄科工館走了一趟。裡頭擺放了不少可以動手操作的科學儀器，其中有一件，將雙手手掌張開，壓在兩片金屬片上，居然產生了電力！我嚇一跳，一玩再玩，覺得奇妙有趣！爸爸也跟著玩，指著我說：「哈！你比較會放電哪！」之後，不時就會想起那件擺著兩金屬片的科學儀器，「人的身體真的會放電嗎？」我一直不相信，但又好像是事實……。

開學後正好要找作科學研究的題材，我決定把它提出來，和同學一塊探討出這個一直懸在心頭的疑問。只知道印象裡的兩片金屬片中，一片是金黃色的，另一片帶有灰白光澤，中間連著一塊電表顯示發電量，沒插電，也沒放電池，就只是這樣的簡單組合，成為這件科展作品的發想源頭。

## 貳、研究目的

- 一、探究乾溼情形對金屬間那一條橋的影響。
- 二、測試不同金屬聯接三用電錶的電極位置。
- 三、探究不同金屬間與人體接觸後所產生的電壓值。
- 四、探究不織布沾各種液體作為鹽橋，對鋅銅間產生電壓的影響。
- 五、探究不同濃度的果汁作為鹽橋時，其產生的電壓大小。
- 六、探究金屬片大小對產生電壓值的影響。
- 七、探究鹽橋厚度對金屬生電的影響。
- 八、發現讓金屬電池發電量增加的水溶液液體。
- 九、將金屬生電串聯成可茲應用的金屬電池。
- 十、將金屬電池製作應用性作品。
- 十一、探究利用本實驗裝置作為分類金屬的方式。

## 參、研究器材

測量器材：電子式三用電表(含鱷魚夾、電線)、導電度計，直尺、天平、量筒。  
實驗器材：各種金屬物品、不織布、鹽、糖、果汁飲料、酒精、醋、雙氧水、衣夾、LED 燈、焊槍、熱融膠槍、鐵鎚、剪刀。

## 肆、研究過程：

### 實驗一：每個人都有「電」嗎？

(一)實驗目的：比較不同人與不同金屬接觸後產生的電壓值是否不同。

(二)實驗步驟：

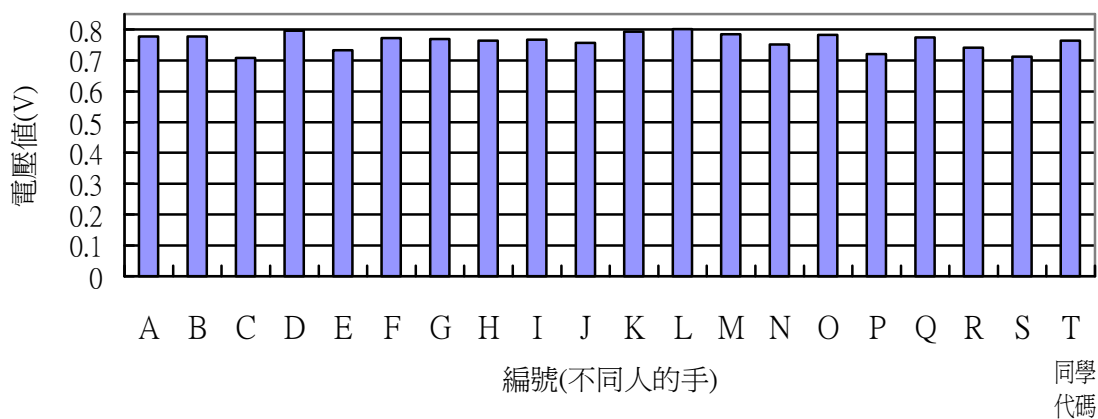
- 1.不同金屬選擇常見的鐵(不繡鋼)鍋蓋、鋁鍋蓋兩種。鐵蓋接三用電錶正(+)  
極(紅線)；鋁蓋接三用電錶負(-)極(黑線)。
- 2.選班上同學 20 人，張開雙手手掌按住兩鍋蓋面，測量電壓值(V)。等電壓值  
穩定後，紀錄比較。

(三)實驗紀錄：

編號	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
電壓 值 (v)	0.778	0.777	0.708	0.797	0.732	0.773	0.768	0.763	0.767	0.757	0.793	0.801	0.784	0.751	0.782	0.721	0.774	0.742	0.711	0.763

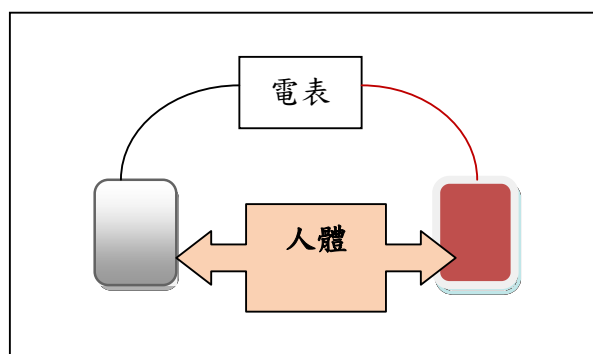
### 實驗一 記錄長條圖

不同人與不同金屬接觸後產生的電壓值



#### (四) 結果與討論：

- 1.由實驗結果發現：每個人產生的電壓值不盡相同，但都維持在 0.7V~0.8V 之間，差異不大。
- 2.爲什麼會有「電壓」產生？我們討論，應該不是人體會生電，生電的秘密其實是在於那兩片不同的金屬。可見科工館的這個展品，其實是利用不同金屬間的秘密關鍵去製作出來的。因此，我們想繼續探索這樣的關鍵到底是什麼？原因是什麼？我們畫了一個圖：人體是這裡面的一條連接的電路而已。



### 實驗二：人體在這裡面真的是一條電路？

(一)實驗目的：探究乾溼情形對金屬間那一條橋的影響。

實驗二~1：比較不同物品與乾濕狀況與不同金屬接觸後所產生的電壓值。

實驗二~2：比較人體與不同金屬接觸面和乾溼情形不同所產生的電壓值。

(二)實驗步驟：

1.同【實驗一】不同金屬選擇常見的鐵(不鏽鋼)鍋蓋、鋁鍋蓋兩種。鐵蓋接三用電錶十極(紅)；鋁蓋接三用電錶一極(黑)。

2.實驗操縱變因：

實驗二~1：不同物品方面選用(1)冰棒棍、(2)不織布條、(3)面紙(揉搓成條狀)

(4) 手掌；並分爲乾燥、泡水濕不同狀況實驗。實驗項目共八項。

實驗二~2：人體與不同金屬接觸面分爲(1)同右手與左右手、(2)一根指頭、(3)

兩根指頭和乾溼情形配對爲實驗，實驗項目共六項。

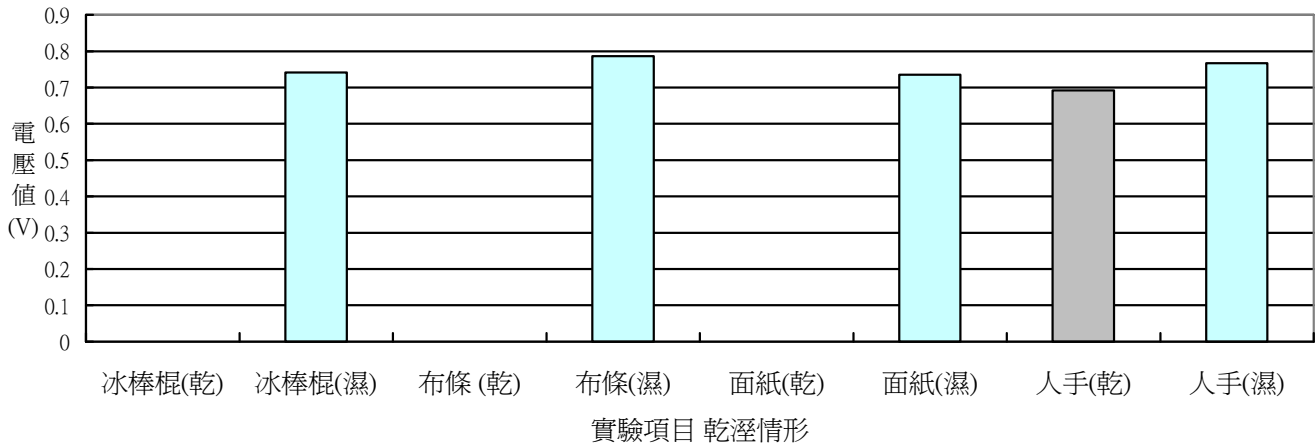
3.測量穩定電壓值(V)，每項實驗 3 次。取平均數記錄。穩定後，紀錄比較。

(三) 實驗二~1 紀錄：

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
實驗內容	冰棒棍 (乾)	冰棒棍 (濕)	布條 (乾)	布條 (濕)	面紙 (乾)	面紙 (濕)	人手 (乾)	人手 (濕)
平均電壓 (V)	0.000	0.742	0.000	0.787	0.000	0.736	0.692	0.767

## 實驗二~1 記錄長條圖

不同物品乾溼情形連接金屬間所產生的電壓值



### (四) 實驗二~1 結果與討論

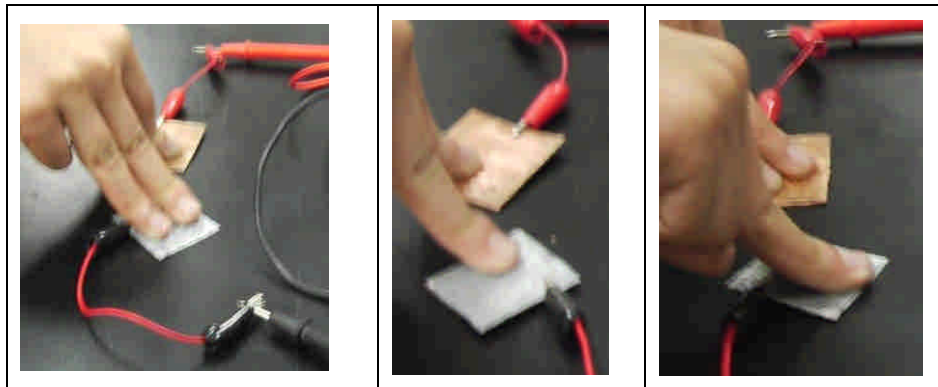
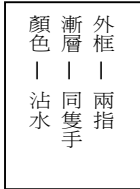
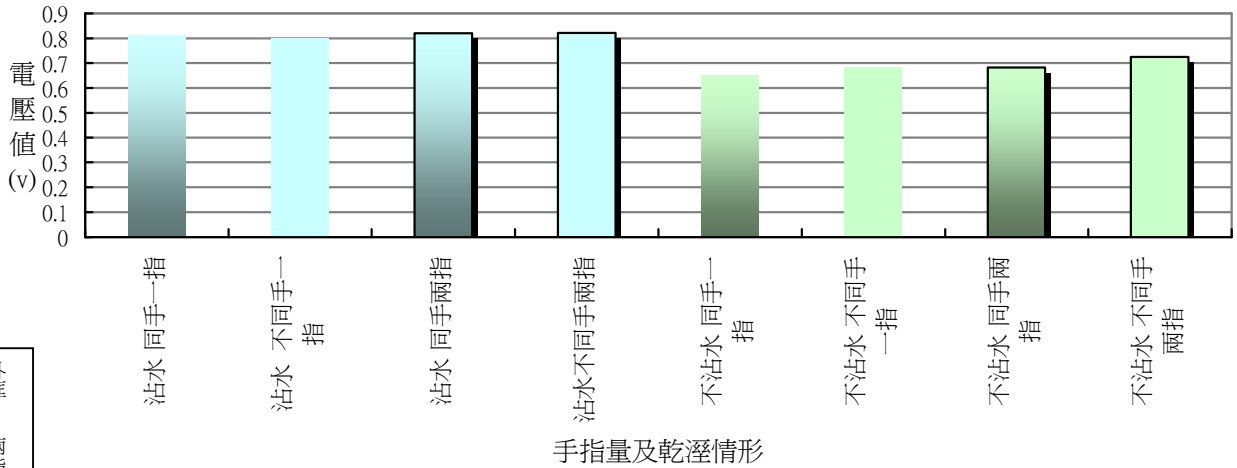
1. 四種實驗物品，只要弄濕，連接兩片不同金屬，就有電壓產生！所以和我們原先的預測相同，來電現象不是由人體產生的。
2. 由乾溼狀況來看，發現無論是木塊、布類或紙張均無法生電，但唯獨人的手通電！我們認為：人類的皮膚表面原本就有汗漬和毛細孔，具有導電特性。如果無法導電，就不會有觸電的意外發生。
3. 經由這個實驗，我們決定之後將實驗不同金屬間的生電情況。是不是只要是不同金屬做這樣的聯結，就能生電？

### (五) 實驗二~2 紀錄：

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
實驗內容	沾水 同手 一指	沾水 不同手 一指	沾水 同手 兩指	沾水 不同手 兩指	不沾水 同手 一指	不沾水 不同手 一指	不沾水 同手 兩指	不沾水 不同手 兩指
電壓值(V)	0.812	0.798	0.821	0.822	0.650	0.681	0.682	0.726

## 實驗二~2 記錄長條圖

人手乾溼情形連接金屬間所產生的電壓值



### (六) 實驗二~2 結果與討論

1. 實驗結果顯示：指頭沾濕比不沾溼可產生的電壓值較大。我們討論後覺得：沾濕的手指，使得皮膚表面更容易通電。
2. 至於是否用同一隻手或者兩根指頭跟一根指頭做比較，所得的電壓值都太接近(平均差距均不到 0.05v)！因此，對是否影響生電多少，是在我們在太簡陋的儀器下是無法做出結論。

### 實驗三：哪兩種金屬配對，產生電壓較大？

(一)實驗目的：測試不同金屬間與人體接觸後所產生的電壓值與聯接三用電錶電極位置。

(二)實驗步驟：

1.不同金屬選擇身邊常用的。如下表，共 9 類，並兩兩連接三用電錶正極與負極作電壓值產生測試：(1)電極連接位置。

(2)所產生電壓值(V)。

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
實驗金屬	銀飾	迴紋針	鋁條	焊錫用錫條	粗電線的銅條	電池外殼(鋅)	一角鎳幣	釣魚用鉛錘片	鈦金屬眼鏡架

2.鹽橋以相同大小長度的不織布條沾自來水，聯結不同金屬。

3.選實驗者 3 人以手指測試所產生的電壓值(V)。需待電壓值穩定後紀錄。所得結果為 3 人平均值。

(三)實驗紀錄：

實驗紀錄經整理後。依以下標準排列：

1.金屬排列順序以連接在正極產生電壓值為正數最多者為優先，因此順序為

- 1.銀飾 2. 粗電線的銅條 3. 釣魚用鉛錘片、鈦金屬眼鏡架、焊錫用錫條、一角鎳幣
4. 鋁條 5.迴紋針、電池外殼(鋅)

2.分類紀錄：

1.銀飾(在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
連接金屬	電池外殼(鋅)	迴紋針	園藝用鋁條	鈦金屬眼鏡架	一角鎳幣	釣魚用鉛錘片	焊錫用錫條	粗電線的銅條
電壓(v)	0.879	0.854	0.689	0.520	0.505	0.501	0.498	0.189

2.銅條(在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值

排序	1	2	3	4	5	6	7
連接金屬	電池外殼(鋅)	迴紋針	鋁條	一角鎳幣	釣魚用鉛錘片	焊錫用錫條	鈦金屬眼鏡架
電壓(v)	0.785	0.709	0.554	0.403	0.384	0.366	0.365

3.鉛錘片(在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值

排序	1	2	3	4	5
連接金屬	電池外殼(鋅)	迴紋針	鋁條	一角鎳幣	焊錫用錫條
電壓(v)	0.398	0.382	0.198	±0.1	±0.1

**鈦金屬鏡架(在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值**

排序	1	2	3	4	5
連接金屬	電池外殼(鋅)	迴紋針	鋁條	釣魚用鉛錘片	一角鎳幣
電壓(v)	0.321	0.306	0.221	±0.1	±0.1

**鎳幣(在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值**

排序	1	2	3	4	5
連接金屬	電池外殼(鋅)	迴紋針	鋁條	焊錫用錫條	鈦金屬眼鏡架
電壓(v)	0.318	0.301	0.193	±0.1	±0.1

**焊錫條(在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值**

排序	1	2	3	4	5
連接金屬	電池外殼(鋅)	迴紋針	鋁條	一角鎳幣	釣魚用鉛錘片
電壓(v)	0.389	0.376	0.212	±0.1	±0.1

**4. 鋁條(在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值**

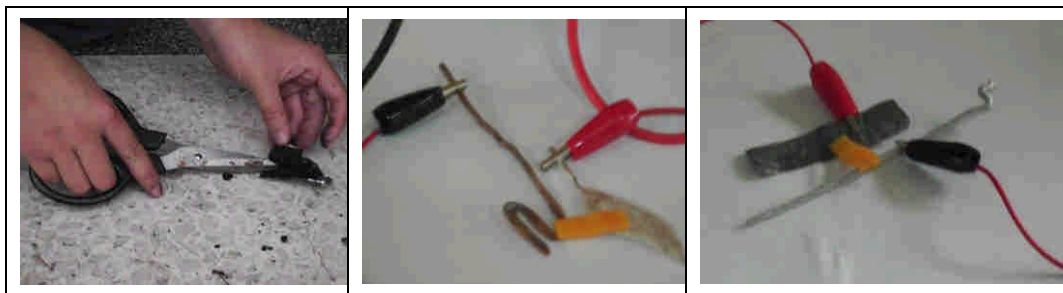
排序	1	2
連接金屬	電池外殼(鋅)	迴紋針
電壓(v)	0.289	0.248

**5. 迴紋針 (在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值**

排序	1
連接金屬	電池外殼(鋅)
電壓(v)	±0.1

**鋅片【電池外殼】(在正極)和其他金屬連接所產生的電壓值。**

排序	1
連接金屬	迴紋針
電壓(v)	±0.1





## (五)結果與討論

- 1.不同金屬都能產生電壓。但有大也有小到無法確定(電壓值在 0.1 之下不斷跳動)。最大值電壓 0.879V 由銀飾(含銀)是和電池外殼(含鋅)產生。
- 2.我們發現：兩種金屬聯結三用電表也會固定紅黑位置，也就是連結在三用電表正極或負極的位置，查了資料，連接在黑頭的金屬離子化傾向較大，因此，對於實驗結果，我們將這些金屬製品做了排序：

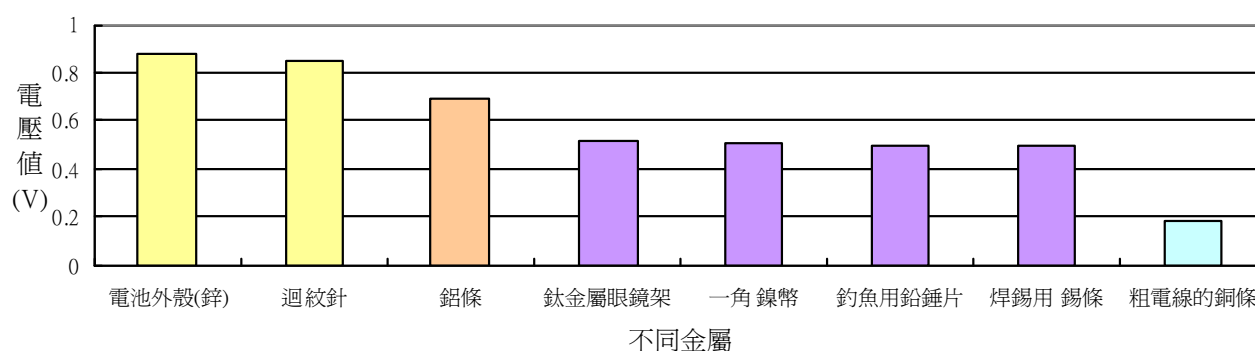
排序	1		2	3				4	5
離子化傾向由大到小	電池外殼	迴紋針	園藝用鋁條	一角鎳幣	焊錫錫條	釣線上的鉛錘片	眼鏡架(鈦金屬)	電線銅條	銀飾

附註：

- 1.這些金屬製品，因無法確定為純金屬，因此我們以實際製品名稱稱呼。
- 2.部分金屬在實驗時，彼此間產生的電壓太小(在±0.1 間)，因此我們將歸屬於同一排序內。

- 3.銀飾的離子化傾向較小，和其他金屬連結後都能產生電壓。將銀飾和其他金屬連結所產生的電壓值製表(如下)比較：

表:不同金屬間與人體接觸後所產生的電壓值



- (1)對乾電池外殼和迴紋針會跟銀飾產生較高的電壓值(0.879 及 0.854)。我們查看乾電池屬於碳鋅電池，外殼應是鋅；至於迴紋針不是鐵嗎？不過，我們發現迴紋針應該鍍了一層銀亮的其他種類金屬(迴紋針上無鏽跡)。把迴紋針和電池外殼連結，數值在極小值處跳動，或正或負，我們認為迴紋針鍍了鋅。
- (2)銀飾對銅條(取自粗電纜裡的銅條)產生的電壓最小，由此可見離子化傾向接近，彼此能產生的電壓值也最小。因此，想得到最大的電壓值，必須利用離子化傾向差較大的金屬才對。
- 4.銀飾較貴，因此，我們決定以銅條對乾電池外殼(含鋅)做為接下來的實驗金屬。

## 實驗四：以不同液體代替雙手通電——鹽橋的探討

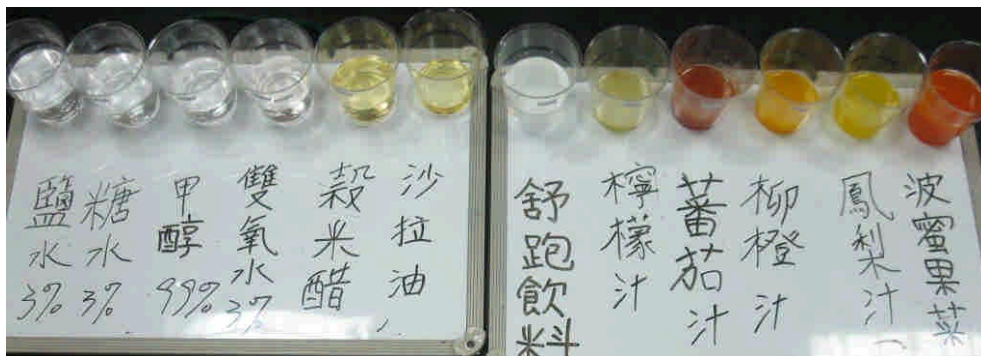
(一)實驗目的：探討以不織布沾各種液體作為鹽橋，對鋅銅間產生電壓的影響

(二)實驗步驟：

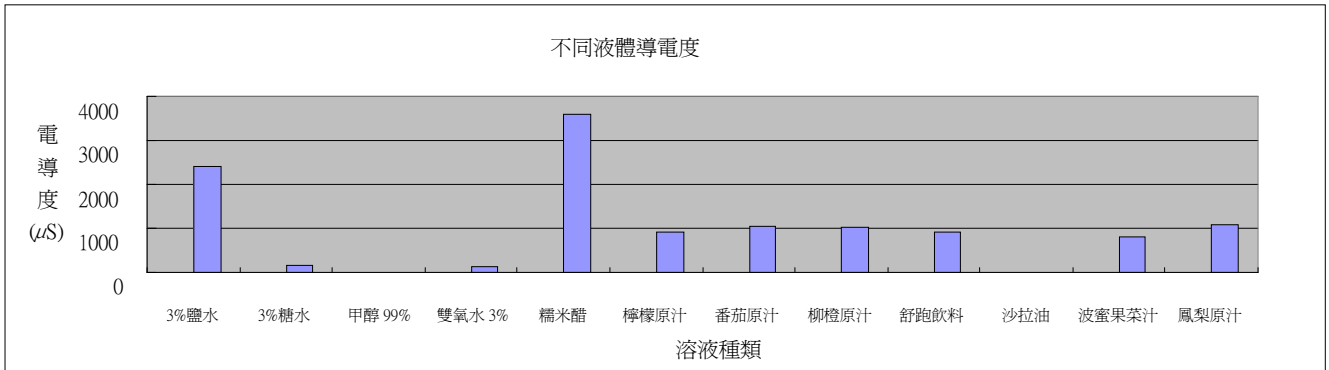
- 1.金屬片以相同大小的鋅(接三用電表負極)銅片(接正極)。
- 2.鹽橋以 5 公分長不織布沾飽 9 種液體。聯結相距 3 公分的鋅、銅片。
- 3.各實驗 3 次，所產生的電壓值(V)電流值(mA)和電導度( $\mu\text{S}$ )，需待電壓值穩定後紀錄，取平均值。

(三)實驗紀錄：

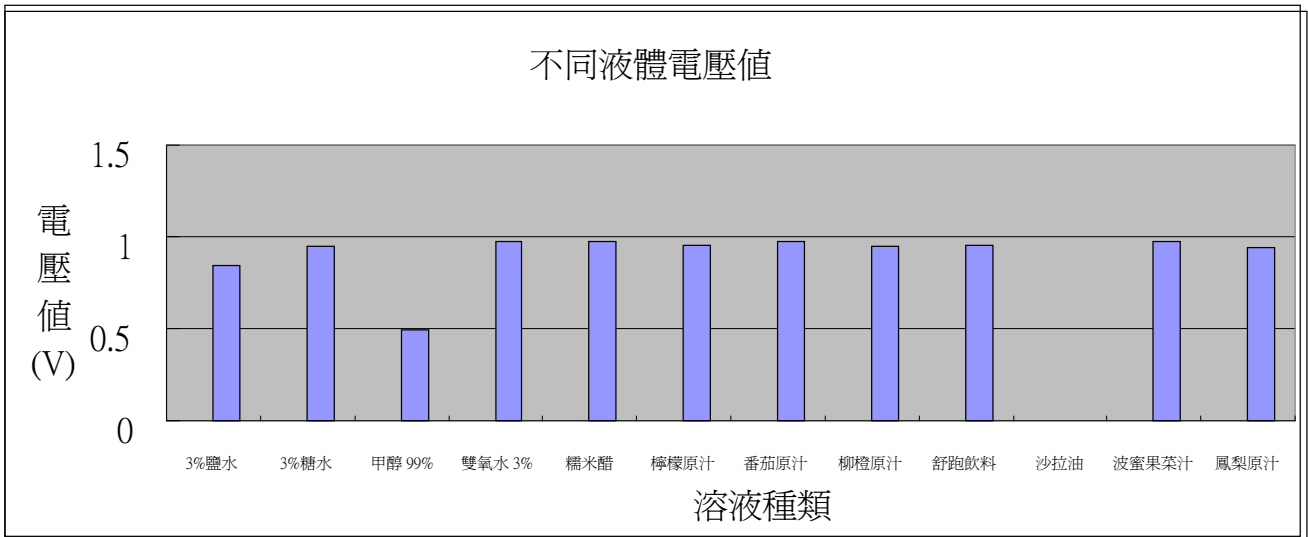
編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
不同液體	3% 鹽水	3% 糖水	甲醇 99%	雙氧水 3%	糯米醋	檸檬原汁	番茄原汁	柳橙原汁	舒跑飲料	沙拉油	波蜜果菜汁	鳳梨原汁
電導度( $\mu\text{S}$ )	2400	157	0	125	3595	930	1044	1038	907	0	813	1069
電壓平均值(V)	0.845	0.950	0.492	0.975	0.972	0.956	0.974	0.948	0.954	0	0.976	0.943
電流平均值(mA)	0.249	0.066	0	0.06	0.167	0.231	0.025	0.268	0.084	0	0.112	0.121



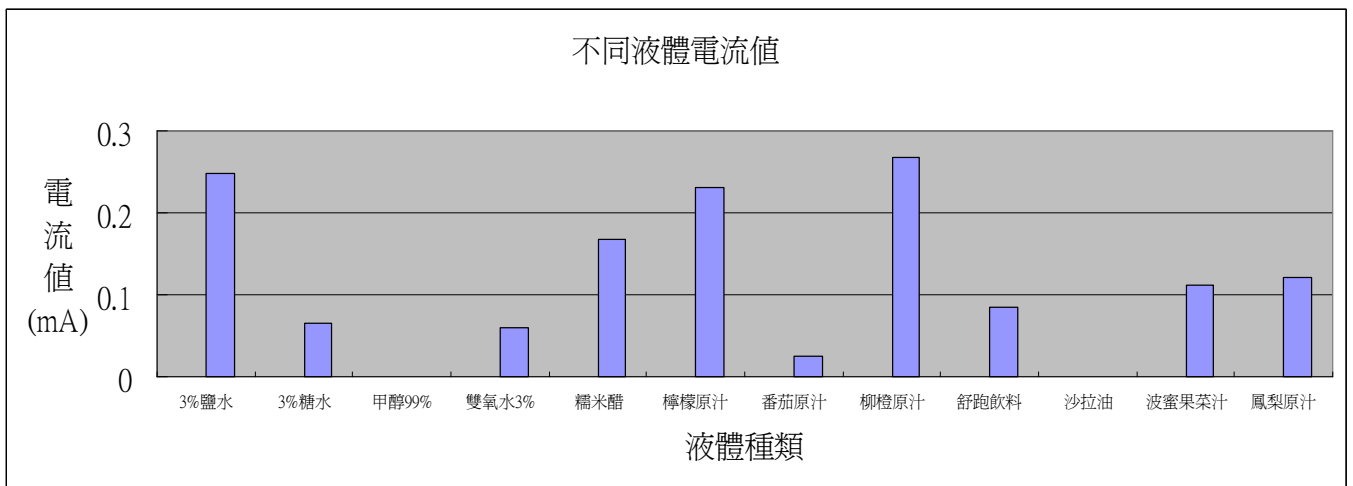
### 實驗四 記錄長條圖-電導度



### 實驗四 記錄長條圖-電壓



### 實驗四 記錄長條圖-電流



#### (四) 結果與討論：

- 1.顯然的，果汁和飲料等含電解質導電性的液體，也能對鋅銅片產生較大電壓值( > 0.9V)。99%工業用酒精甲醇當鹽橋雖然只能產生約 0.5V 左右的電壓；沙拉油當鹽橋幾乎無法導電。
- 2.電流部分，各種果汁當鹽橋解有電流產生，但有仍多少之分，柳橙及檸檬產生電流最大。其它溶液則以 3%鹽水、糯米醋當鹽橋，可產生較大電流。對照電壓部分，番茄汁能產生電壓大但電流小，是比較奇特現象。
- 3.若對應電導度，糯米醋與 3%鹽水所得的數值最大，是最容易導電的溶液，產生的電壓和電流也大。甲醇電導度 0，電流產生接近 0，卻有電壓產生，我們以為應是其中含有水分所致。
- 4.大體來說，人體都能導電，這些液體能產生電，應該不必懷疑。我們已經明瞭鋅銅電池之所以生電是因為一方離子化傾向大，產生帶電粒子移向另一方。對於這些實驗液體裡，幾乎都能導電(即使是 99%甲醇也含有其他成分)的狀況下，也必能讓鋅銅電池生電。接下來的實驗，我們決定以鹽水和糯米醋為鹽橋溶液的濃度，是否對金屬電池生電有影響的實驗。

### 實驗五：不同溶液濃度為鹽橋與電壓電流的產生有關嗎

#### 五-1 鹽水

(一)實驗目的：探討不同鹽水濃度作為鹽橋時，其產生的電壓及電流大小。

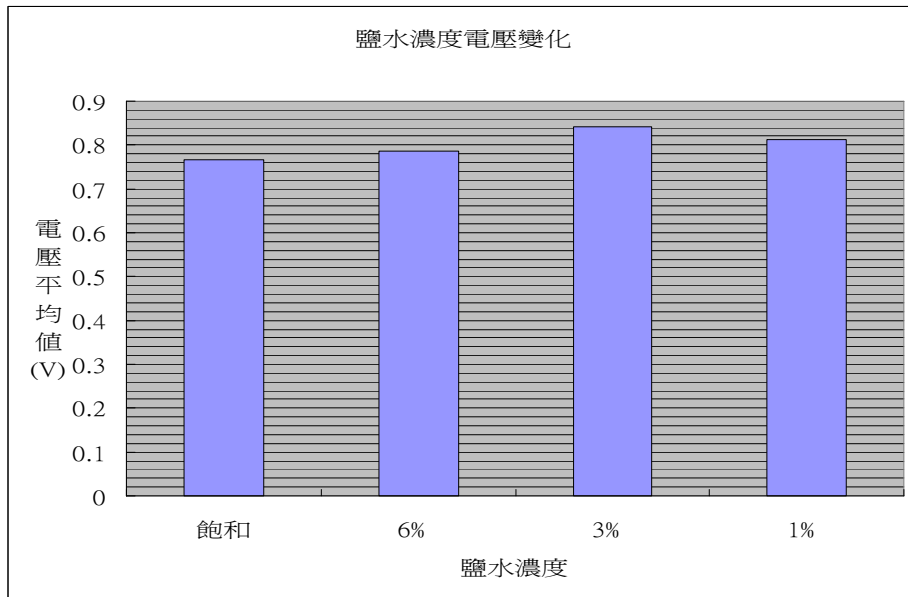
(二)實驗步驟：

- 1.金屬片以相同大小的鋅(接三用電表負極)銅片(接三用電表正極)。
- 2.鹽橋以 5 公分長不織布沾不同鹽水濃度。聯結相距 3 公分的鋅、銅片。
- 3.各實驗 3 次，所產生的電壓值(V)及電流值(mA)，需待電壓及電流穩定後紀錄，取平均值。

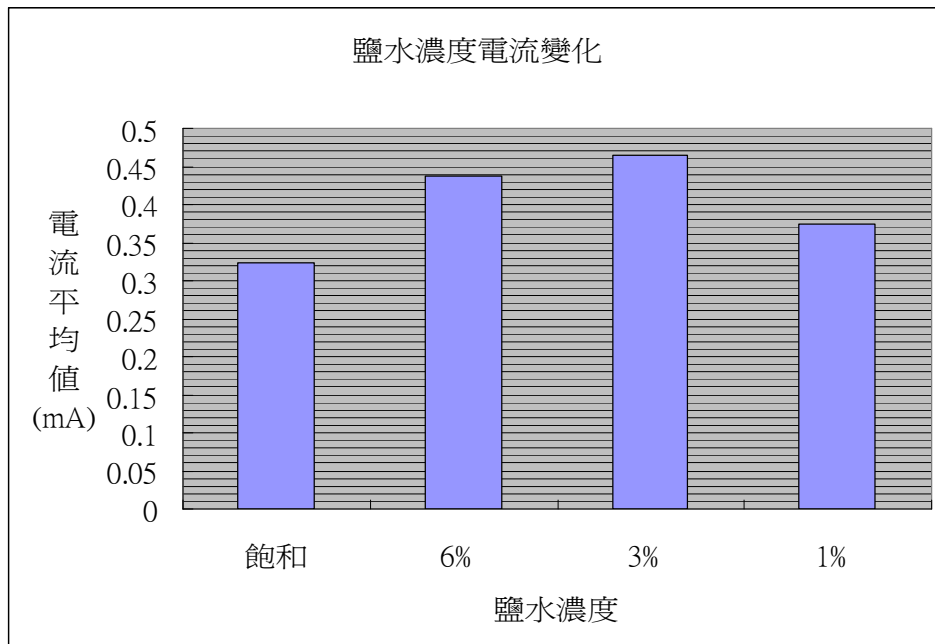
(三)實驗紀錄：

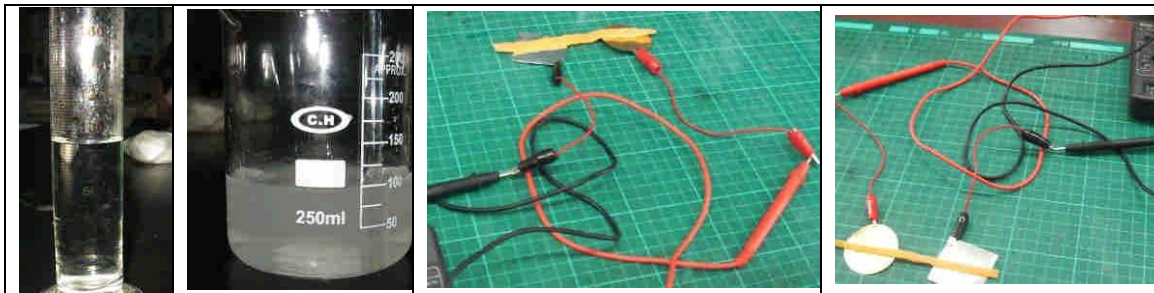
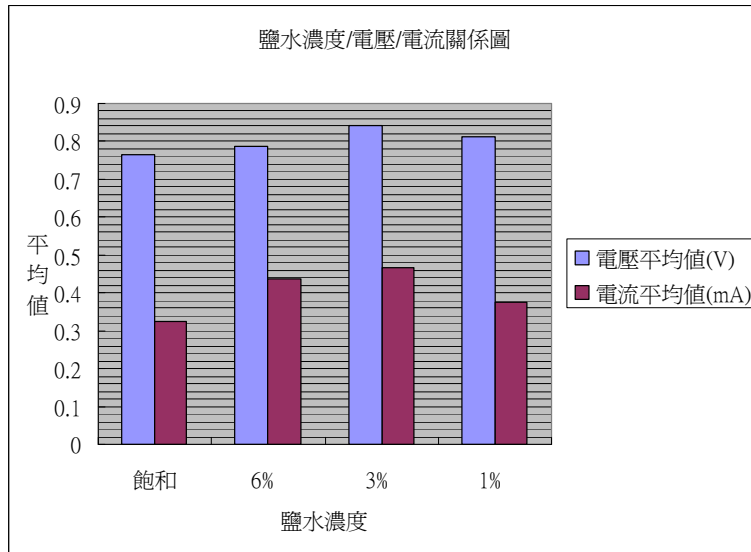
編號	1	2	3	4
鹽水濃度	飽和	6%	3%	1%
電壓平均值 (V)	0.765	0.786	0.841	0.812
電流平均值 (mA)	0.324	0.438	0.465	0.374

### 實驗五-1 記錄長條圖-電壓



### 實驗五-1 記錄長條圖-電流





#### (四) 結果與討論：

- 1.不同濃度鹽水電壓平均最大值和最小值相距不到 0.1V，實驗結果的差異非常微小。
- 2.電流部分則稍微顯示出差異，飽和的鹽水溶液產生電流最小，反倒 3%或 6%的鹽水產生較大電流。

## 五-2 糯米醋

### (二)實驗步驟：

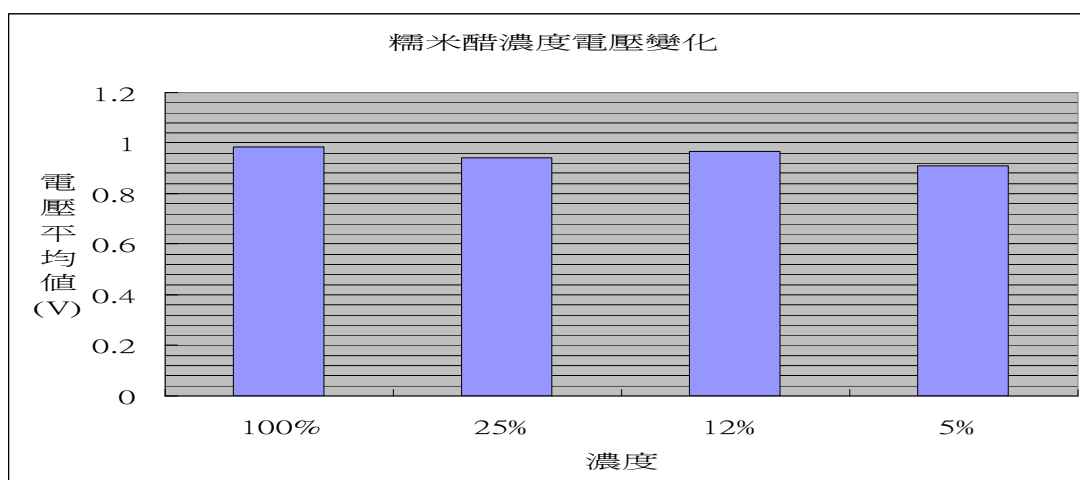
- 1.金屬片以相同大小的鋅(接三用電表負極)銅片(接正極)。
- 2.鹽橋以 5 公分長不織布沾不同糯米醋濃度。聯結相距 3 公分的鋅、銅片。
- 3.各實驗 3 次，所產生的電壓值(V)及電流值(mA)，需待電壓及電流穩定後紀錄，取平均值。

(一)實驗目的：探討不同濃度的糯米醋醋作為鹽橋時，其產生的電壓及電流大小。

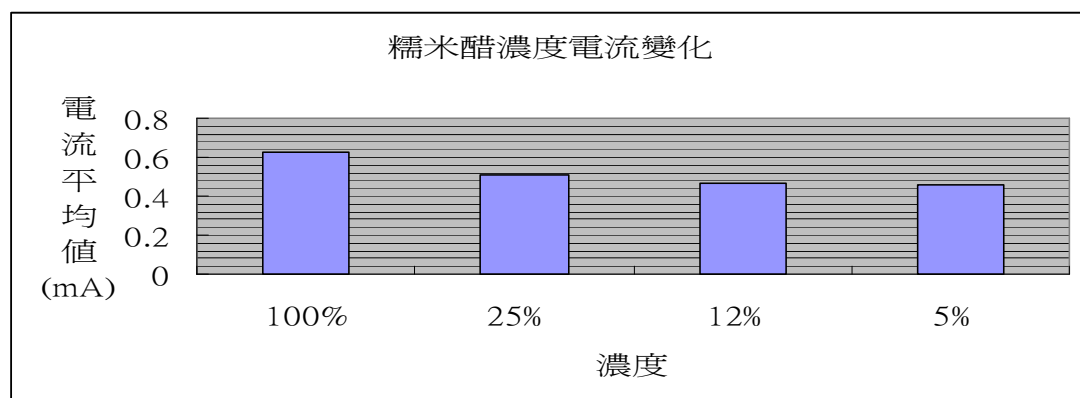
(三)實驗紀錄：

編號	1	2	3	4
糯米醋濃度	100%	25%	12%	5%
電壓平均值 (V)	0.983	0.942	0.966	0.910
電流平均值 (mA)	0.626	0.505	0.466	0.459

實驗五-2 記錄長條圖-電壓



實驗五-2 記錄長條圖-電流



(四) 結果與討論：

- 1.不同濃度糯米醋電壓平均值都在 0.9V 以上，顯示糯米醋的濃度變化不太能影響金屬電池產生的電壓值。
- 2.電流部分則稍微顯示出差異，濃度越高的糯米醋溶液產生的電流會大一些。

## 實驗六：金屬片越大，產生的電壓會越大嗎？

(一)實驗目的：探討金屬片大小對產生電壓及電流的影響

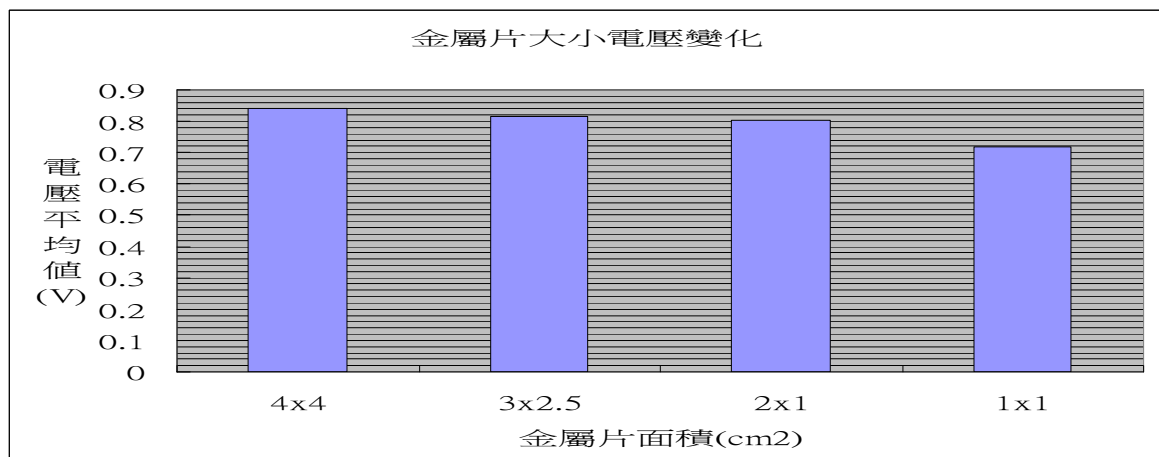
(二)實驗步驟：

- 1.剪出5種大小不同的(4\*4、3\*2、2\*1、1\*1 cm<sup>2</sup>)鋅片和銅片。
- 2.把鋅片夾在電表的負極(黑色線)，銅片夾在電表的正極(紅色線)。用鹽橋連接。
- 3.鹽橋以5公分長不織布沾3%鹽水。聯結相距1公分的鋅銅片。
- 4.各實驗3次，所產生的電壓值(V)及電流值(mA)，需待電壓及電流穩定後紀錄，取平均值。

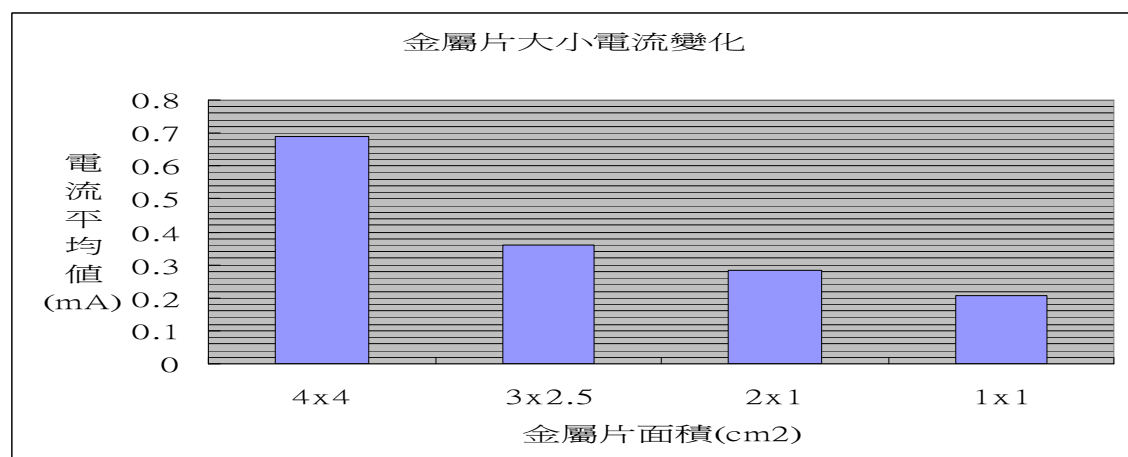
(三)實驗紀錄

編號	1	2	3	4
金屬片大小	4x4 cm <sup>2</sup>	3x2.5 cm <sup>2</sup>	2x1 cm <sup>2</sup>	1x1 cm <sup>2</sup>
電壓平均值(V)	0.841	0.814	0.803	0.717
電流平均值(mA)	0.690	0.361	0.284	0.208

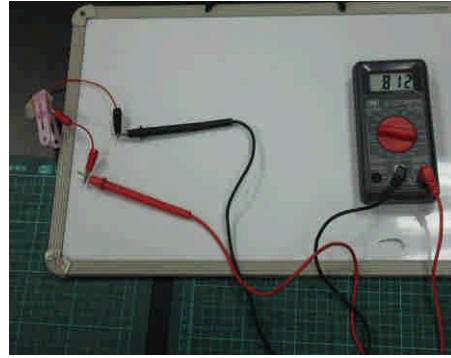
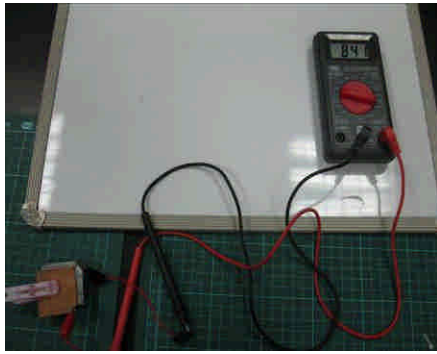
實驗六 記錄長條圖-電壓



實驗六 記錄長條圖-電流







#### (四) 結果與討論

- 1.根據實驗紀錄，金屬面積大小的不同，所產生的電壓值由大到小排列如下：  
 $4 \times 3 > 3 \times 2.5 > 2 \times 1 > 1 \times 1$ ，也就是金屬片越大，產生電壓值越大。
- 2.只是，金屬最大片( $4 \times 3 \text{ cm}^2$ )和最小片( $1 \times 1 \text{ cm}^2$ )，面積相差 12 倍，但是電壓只是 0.841V 和 0.717V 之差，相差只有 0.124V，變化幅度不大，因此，若要認為金屬片的面積大小，對增加電壓值有明顯助益，是可討論的。
- 3.但從電流的產生來看，與金屬片的大小則出現顯著的差異，金屬片越大，產生的電流也越大。雖然不致因面積的倍數增減而增減，但差異頗鉅。

### 實驗七：金屬片之間的鹽橋厚度是否影響電壓大小？

(一)實驗目的：探討鹽橋厚度對金屬片間產生電壓的影響

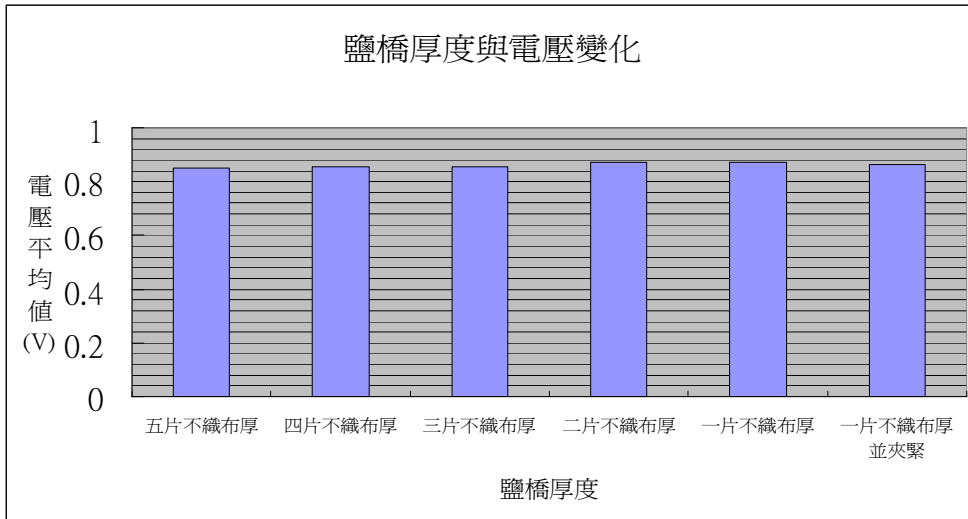
(二)實驗步驟：

- 1.金屬片(銅片和鋅片)之間的鹽橋(不織布沾 3% 鹽水)鬆緊狀態。分成七種。
- 2.把鋅片夾在電表的負極(黑色線)，銅片夾在電表的正極(紅色線)。夾住中間實驗的鹽橋。
- 3.各實驗 3 次，所產生的電壓值(V)及電流值(mA)，需待電壓及電流穩定後紀錄，取平均值。

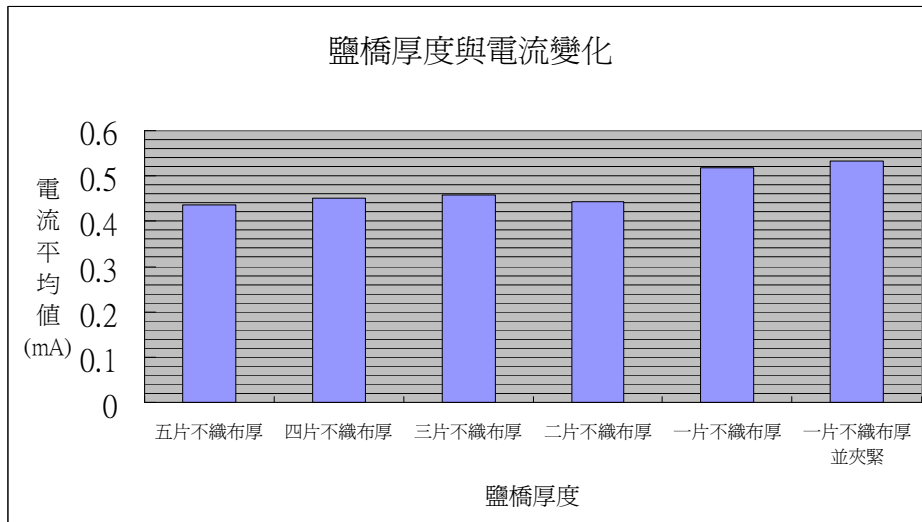
(三)實驗紀錄

編號	1	2	3	4	5	6
金屬片之間 鬆緊狀況	五片 不織布厚	四片 不織布厚	三片 不織布厚	二片 不織布厚	一片 不織布厚	一片 不織布厚 並夾緊
電壓平均值 (V)	0.850	0.856	0.856	0.871	0.870	0.864
電流平均值 (毫安培 mA)	0.435	0.450	0.457	0.444	0.518	0.532
反應平均 時間(秒)	494	291	203	97	49	8

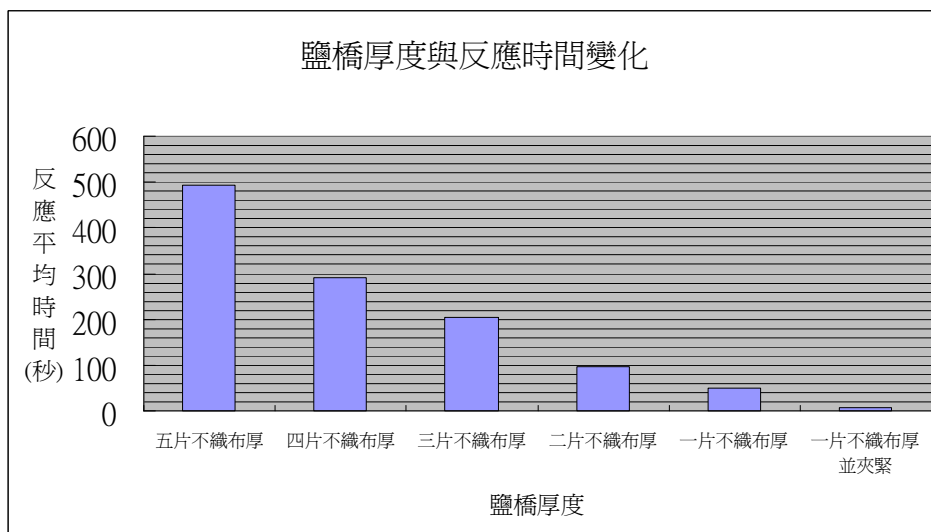
### 實驗七 記錄長條圖——電壓

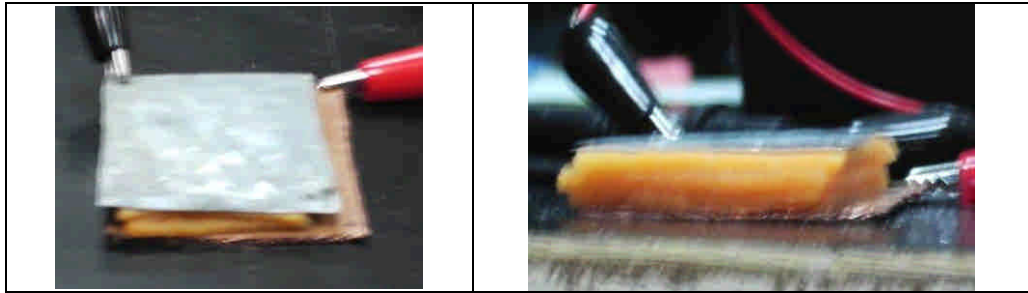


### 實驗七 記錄長條圖——電流



### 實驗七 記錄長條圖——反應平均時間





(四) 結果與討論：

- 1.由實驗數據觀察，鹽橋厚度的幾乎未對電壓值的產生有影響；對電流的產生則有些微影響，顯示鹽橋厚度越薄產生的電流會變大一些。但影響反應的時間嚴重，越厚，反應時間越長，越薄，可以節省不少時間，就能達到最高電壓值。
- 2.這次安排一項用夾子夾緊的實驗，卻發現用夾子夾，金屬電池的電壓值迅速增加，並且更容易穩定。對於這項發現，讓最後的應用又多了一種創意想法——夾子電池。

### 實驗八：讓電壓值增加了！

(一)實驗目的：尋找讓金屬電池增加電能的水溶液液體。

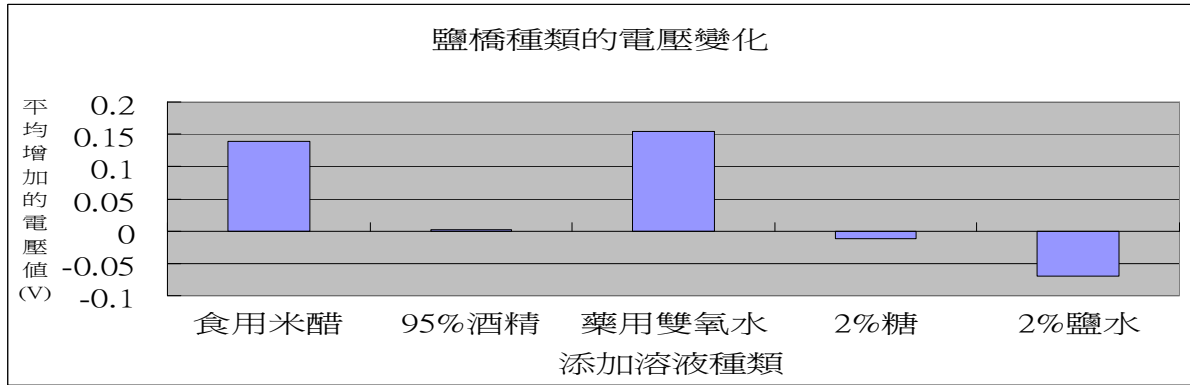
(二)實驗步驟：

- 1.金屬片以相同大小的鋅(接三用電表負極)銅片(接正極)。
- 2.鹽橋以 5 公分長寬不織布用 3% 鹽水沾濕。夾進鋅銅片中間。
  - (1)2 分鐘後測量第一次電壓與電流(不織布上只有水分)。
  - (2)接著滴入 3 滴實驗用液體(共 5 種水溶液)。
  - (3)各在 2 分鐘後，再滴入 3 滴液體，共加 3 次。
  - (4)記錄電壓值和電流值變化(增加或減少)。
- 3.各實驗 3 次，所產生的電壓值(V)及電流值(mA)，需待電壓及電流穩定後紀錄，取平均值。

(三)實驗紀錄八-1：電壓值測試

編號	1	2	3	4	5
在鹽橋加液體	食用米醋	95%酒精	藥用雙氧水	2%糖	2%鹽水
自來水	0.818	0.830	0.806	0.880	0.890
2 分鐘後加	0.961 /+0.143	0.829 /-0.001	0.950 /+0.144	0.816 /-0.064	0.820 /-0.070
4 分鐘後加	0.969 /+0.141	0.832 /+0.002	0.970 /+0.164	0.889 /+0.009	0.797 /-0.093
6 分鐘後加	0.950 /+0.132	0.835 /+0.005	0.960 /+0.154	0.901 /+0.021	0.842 /-0.048
平均增加的電壓值(V)	0.139	0.002	0.154	-0.011	-0.070

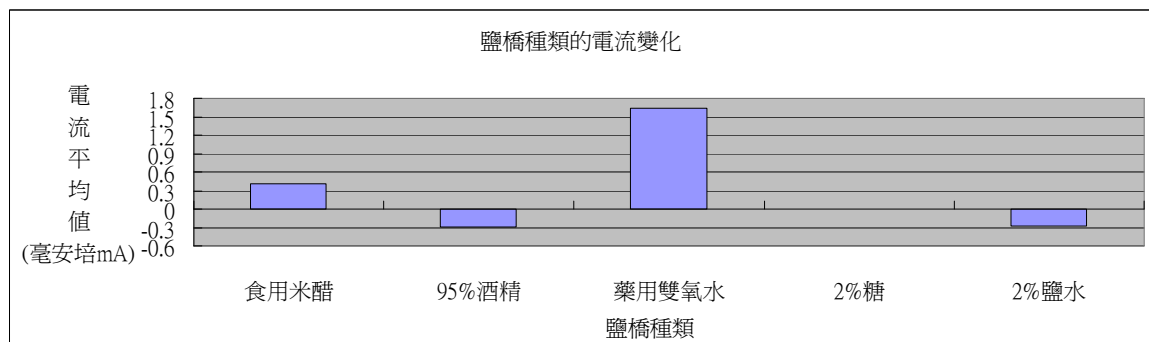
### 實驗八-1 記錄長條圖-電壓值

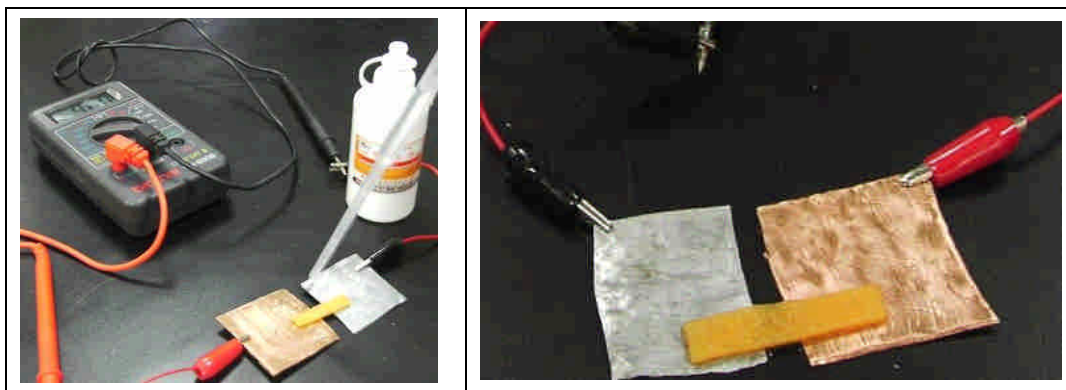


### (三)實驗紀錄八-2：電流值測試

編號	1	2	3	4	5
在鹽橋加液體	食用米醋	95%酒精	藥用雙氧水	2%糖	2%鹽水
自來水	1.582	0.719	0.599	0.597	1.141
2分鐘後加	1.922/+0.340	0.487/-0.232	1.982/+1.383	0.683/+0.086	0.823/-0.318
4分鐘後加	2.160/+0.578	0.421/-0.298	2.160/+1.561	0.593/-0.004	0.899/-0.242
6分鐘後加	1.900/+0.318	0.358/-0.361	2.580/+1.981	0.529/-0.068	0.865/-0.276
電流平均值 (毫安培 mA)	+0.412	-0.297	+1.642	+0.006	-0.279

### 實驗八-2 記錄長條圖-電流值





(四) 結果與討論：

1. 只有水當鹽橋液體，產生電壓和電流不會很大；因此這個實驗就在檢驗當加入其他液體後，會不會對金屬電池生電有所影響。
2. 結果發現：加入雙氧水和醋，都會增加金屬電池的電壓和電流，尤其加了雙氧水的電流值，居然增加了數倍。但加了鹽水，結果反而讓電壓值變小。
3. 因此，當金屬電池電力不足時，滴幾滴雙氧水或醋，會「重燃生機」。

### 實驗九：金屬生電能串接成電池嗎？

(一) 實驗目的：將金屬生電串聯成可資應用的電池

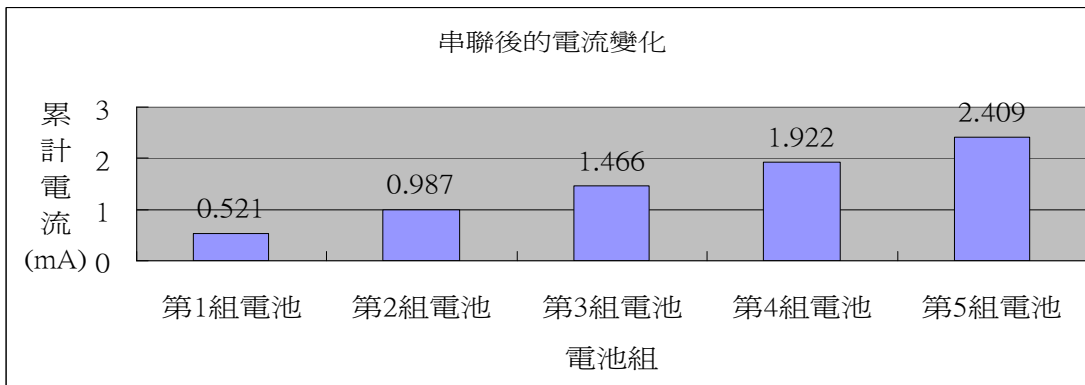
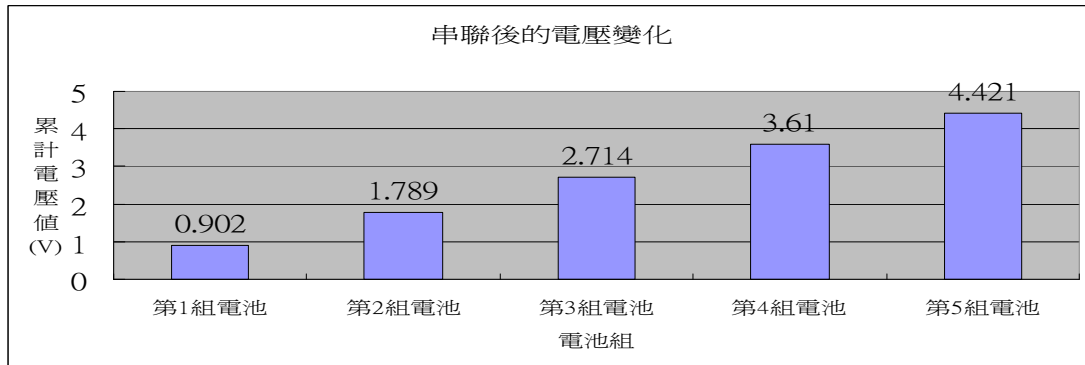
(二) 實驗步驟：

1. 取相同大小(約 3x3)鋅片、銅片與不織布製作五組電池，以不織布沾 3% 鹽水當作鹽橋。測試電池的電壓，並記錄。
2. 將五組金屬電池個字串聯成電池組，測試電池組的電壓變化。
2. 實驗 3 次，所產生的電壓值(V)和電流值(mA)，需待電壓值及電流值穩定後紀錄，取平均值。

(三) 實驗紀錄：

電池組	第 1 組 電池	第 2 組 電池	第 3 組 電池	第 4 組 電池	第 5 組 電池
各組電壓值(V)	0.902	0.935	0.916	0.948	0.890
串聯前面各組後的電壓值(V)	0.902	1.789	2.714	3.610	4.421
各組電流值(mA)	0.512	0.507	0.497	0.531	0.488
串聯前面各組後的電流值(mA)	0.521	0.987	1.466	1.922	2.409

## 實驗九--串聯前面各組金屬電池組後累進電壓



### (四) 結果與討論：

- 1.每組鋅銅電池因為控制在大小、鹽橋的電壓值與電流質均差不多，5 組電池的電壓值高低皆在 0.890~0.948 之間；電流值範疇也在 0.49mA~0.53mA 之間，差距極小，足見鋅片和銅片組成的金屬電池，發電穩定。
- 2.將電池串聯後，無論電壓或電流也隨著串聯個數增加呈倍數增加。

## 實驗十：金屬電池的應用

(一)實驗目的：利用金屬電池製作應用性作品

(二)實驗步驟：

- 1.取鋅片、銅片製作電池組。根據前述實驗六、實驗八及實驗九的結論，我們製作的電池可以應用在作品中：
  - (1)金屬片縮到極小。
  - (2)利用夾子夾緊，加速來電。
  - (3)加雙氧水增強電壓。

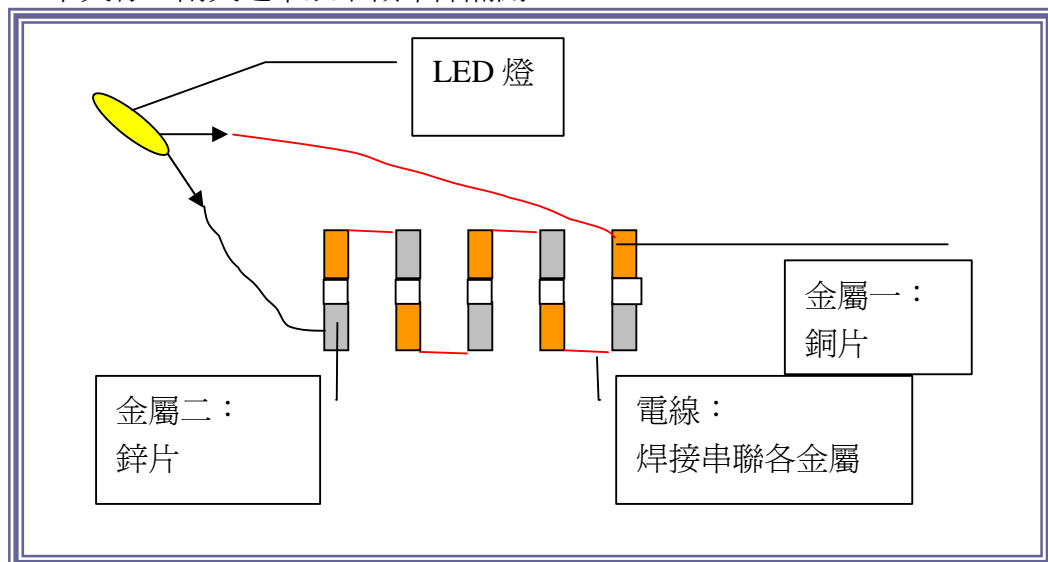
2.實地製作與測試，製作歷程記錄如下：

內容	問題分析	假設對策	驗證對策
電路 起點到終點	練習焊接	具危險性，小心操作	學習到簡單電路設計
串聯 手牽手的力量	串聯的力量。	利用電池串聯讓燈泡發亮	可以讓 LED 燈發亮
小小發電廠 金屬間的秘密	查閱新知識	驗證能產生的電能多少	確立使用銅片和鋅片
環保燈組	亮度有些不足	噴灑的液體改變(鹽水 雙氧水)	亮度增加了！

(三)製作與應用：

大衣夾上的 5 顆串聯電池的製作方法與使用方式：

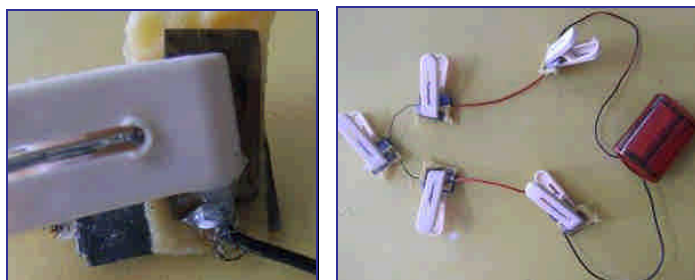
- 1.準備衣夾、不織布剪成細條狀、銅片及鋅片約 1cm × 0.3cm 大小數片。
- 2.利用焊槍將銅片及鋅片成對焊接，並依電路排列以熱融膠槍黏置於衣夾的上下夾緣，兩夾之中以不織布條隔開。



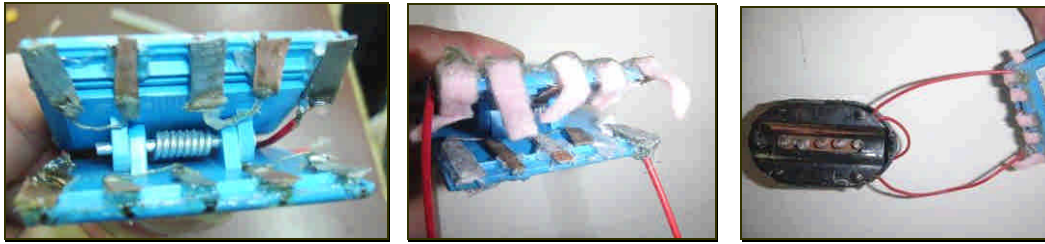
- 3.以水噴濕衣夾上的棉布。串聯的金屬電池組可產生電能。
- 4.可連接到 LED 燈上，使燈泡發亮。或其他小電器如計算機上。

## 製作小小發電廠

一個小衣夾 1 顆電池串聯成串



這個夾子有 5 顆電池串聯



這個夾子有 7 顆電池串聯



(四) 結果與討論：

1. 效用一

- (1)不需要插電，只需依些導電液體及可產生微弱電力使 LED 燈亮起，節能。
- (2)製作成本不大，構造簡單有趣。

2. 操作方法一

- (1)將可導電的水溶液噴灑至串連著不同金屬間的不織布條上，金屬間會產生電力，使燈亮起。
- (2)布條乾去，導電停止，燈會自行熄滅。要再使燈亮，再噴水即可。可重複使用。

3. 環保節能的展現：不必使用家用電力，而是另尋其他替代電力，為一種環保節能的展現。

4. 科學原理的應用：以金屬間的活性產生電力，產生的電力雖然微小，但這是將科學原理活用出可使用的產品，仍不失為是份創意表現。

## 實驗十一：可以分辨不同金屬的實驗裝置

### 十一-1 相同金屬實驗

(一)實驗目的：探討實驗裝置做為分辨金屬的儀器效用。

(二)實驗步驟：

1.以相同金屬片—銅片、鋅片(電池外殼)、鉛錘片之為實驗對象。

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
實驗金屬	銀飾	鐵釘	鋁條	焊錫用錫條	銅片	電池外殼(鋅)	釣魚用鉛錘片	一元硬幣



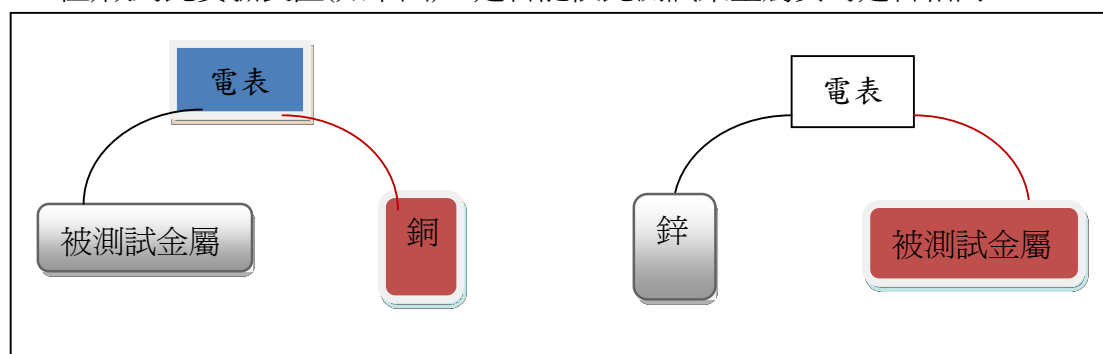
- 2.把各相同金屬片兩片分別夾在電表的正負極，鹽橋浸溼以不織布沾 3% 鹽水。
- 3.各實驗 3 次，所產生的電壓值(V)，取平均值。

### (三)實驗紀錄

編號	1	2	3	4	5	6	7	8
實驗金屬	銀飾	鐵釘	鋁條	焊錫用錫條	銅片	電池外殼(鋅)	釣魚用鉛錘片	一元硬幣
電壓平均值(V)	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1

### (四) 結果與討論：

- 1.這項實驗顯然無法測出差異。相同金屬置於電極兩端，所測出的電壓值一直跳動在±0.1V 之間。
- 2.如果依據【實驗三】的結果，我們以離子化傾向於兩端的鋅(置負極)及銅(置正極)做為此實驗裝置(如下圖)，是否能依此測試某金屬質的是否相同。



## 十一-2 用鋅和銅分辨不同鐵製品

(一)實驗目的：探討以上述實驗裝置做為分辨鐵金屬的儀器效用。

(二)實驗步驟：

- 1.以不同鐵製品之為實驗對象。分成三組：A 組：鈷磁鐵無法吸住的鐵製品。  
B 組：可被鈷磁鐵吸住的鐵製品

編號	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	B6
鐵製品	收音機天線	不鏽鋼筷	螺絲釘	圓頭門把	鐵盤	螺絲釘	門環	水龍頭	鐵棒	不生鏽鐵絲	馬蹄型鐵塊	迴紋針較亮	迴紋針較暗	門扣



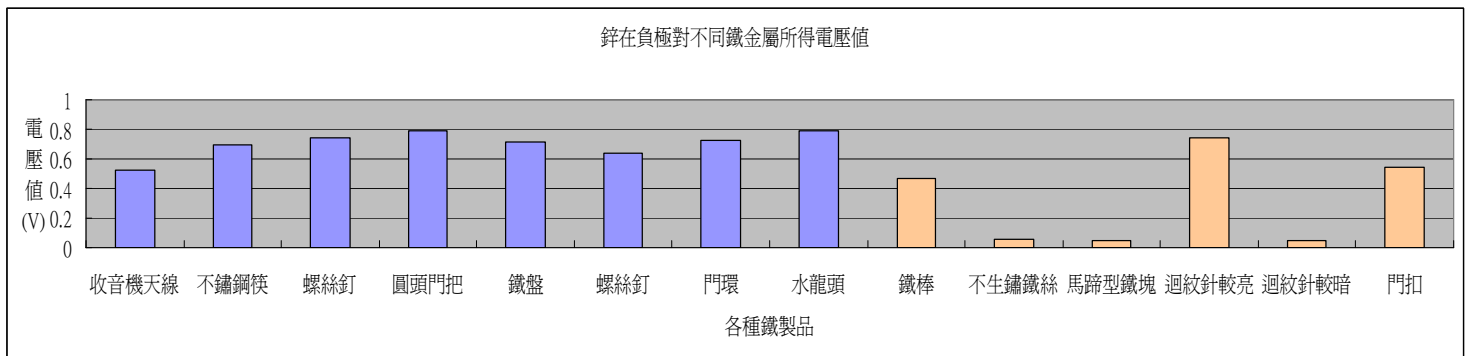
- 2.把銅片、鋅片分別夾在電表的正負極，鹽橋浸溼以不織布沾3%鹽水。
- 3.各實驗3次，所產生的電壓值(V)，取平均值。
- 4.分析用此實驗裝置否能分辨不同鐵製品。

### (三)實驗紀錄

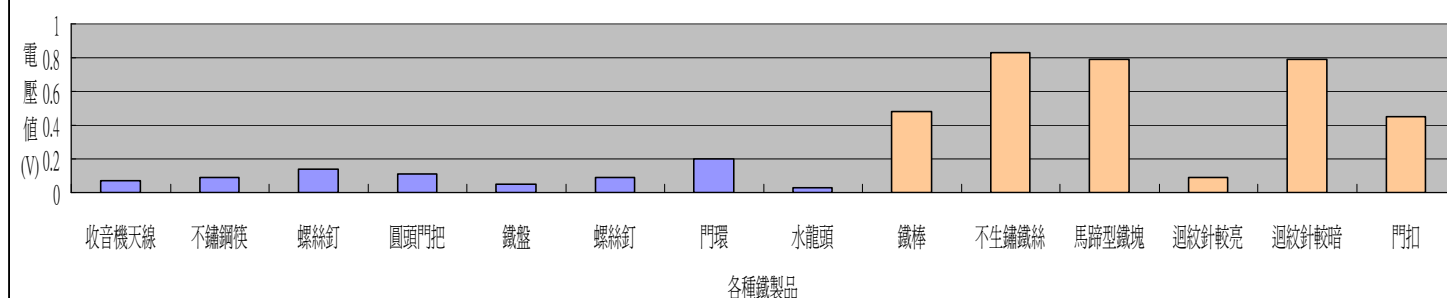
編號	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	B6
各鐵製品	收音機天線	不鏽鋼筷	螺絲釘	圓頭門把	鐵盤	螺絲釘	門環	水龍頭	鐵棒	不生鏽鐵絲	馬蹄型鐵塊	迴紋針較亮	迴紋針較暗	門扣
銅在正極 電壓平均值(V)	0.069	0.093	0.138	0.110	0.046	0.086	0.196	0.026	0.476	0.834	0.786	0.089	0.791	0.450
鋅在負極 電壓平均值(V)	0.522	0.694	0.743	0.786	0.714	0.634	0.721	0.790	0.471	0.058	0.045	0.747	0.045	0.542



### 實驗十一 記錄長條圖



銅在正極對不同鐵金屬所測得電壓值



(四) 結果與討論：

- 1.由實驗結果中可看出：兩類鐵製品中，A類(鈷磁鐵無法吸住)對鋅產生的電壓普遍呈現高數值反應，對銅反之。B類鐵製品(鈷磁鐵可緊吸)呈現叫兩極化。
- 2.兩種迴紋針(B4呈金屬光澤，B5呈暗灰色澤)都屬於B類鐵製品(鈷磁鐵無法吸住)，但呈現的電壓值卻天差地遠！我們比較[實驗二]認為，有金屬光澤的迴紋針B4，有度一層鋅防鏽，因此對鋅的電壓值極小，對銅的產生的電壓值。大。
- 3.B組的鐵棒(B1)和門扣(B6)與B組其它鐵製品產生的電壓值不太相似，但經過觀察和浸漬鹽水測試，發現這兩樣物品是非不銹鋼品質的鐵製品，非常容易生銹。
- 4.A組各項鐵製品都有非常明顯的不鏽鋼標記(產品標記)與特色(發出金屬光澤)，碰觸鹽水也不會生鏽。
- 5.由分辨鐵製品來看，這個實驗裝置不僅可以分辨不同金屬，也可對相同金屬不同合金作分辨，為了驗證，我們取來不同K金來做進一步的驗證。
- 6.驗證實驗：

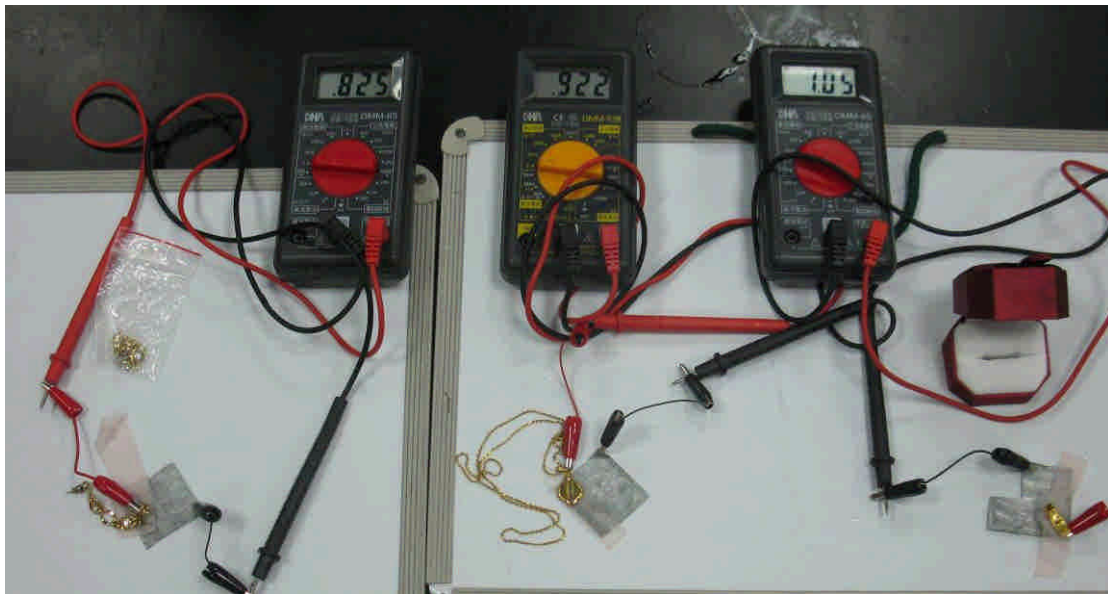
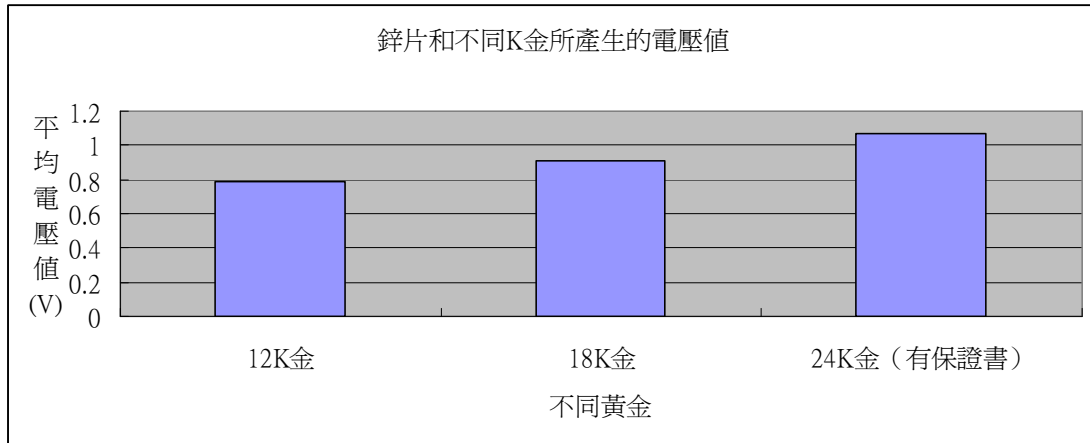
驗證實驗：鋅片和不同K金所產生的電壓值

(1)實驗步驟：

- ㄅ、與鋅片作用實驗物：18K金、20K金、24K金
- ㄆ、把鋅片分別夾在電表的正負極，鹽橋浸溼以不織布沾3%鹽水。實驗3次，所產生的電壓值(V)，取平均值。
- ㄇ、由所得電壓值(V)分析用此實驗裝置否能分辨不同K金。

(2)實驗結果：

編號	1.耳飾	2.項鍊	3.戒指
黃金分類	12K金	18K金	24K金 (有保證書)
電壓平均值(V)	0.787	0.913	1.071



(3) 結果與討論：

- ㄅ、實驗結果顯示，這個實驗裝置，的確可以分辨不一樣的黃金 K 金！
- ㄆ、顯然 24K 金(純金)和鋅片能產生較大電壓值，而摻有其他金屬的 K 金會出現比純金叫小的電壓值！
- ㄇ、實驗驗證結果令我們滿意，我們的實驗裝置的確可以對部分金屬與其合金作分類之用。

## 伍、討論

- 一、在【實驗一】中，雖然測得每個人產生的電壓值在 0.7V~0.8V 之間，但爲什麼會有「電壓」產生呢？難道是人體會自發性生電，討論後決定從那兩片不同的金屬著手去探究。結果於【實驗二】中獲得證明，只要有導體連結那兩片不同金屬，就會有電壓產生。而人類的皮膚表面原本就有汗漬和毛細孔，具有導電特性。如果人體是非導體的話就無法導電，日常生活中就不會有觸電的意外發生了。
- 二、那兩片金屬是隨便拿兩片不同金屬即可，還是有效果特別好的金屬？還有正負極的分別有影響嗎？透過【實驗三】的設計及證明獲得了答案。
- 三、所有的水溶液都具導電性效果嗎？與人體的差異性是什麼？我們挺好奇的，透過【實驗四】、【實驗五】我們想要找出適合的鹽橋介質，來代替人體進行後續實驗。
- 四、找到適合當正負極的金屬及跨接導電的鹽橋後，發現先前的實驗進行中，不同的金屬及水溶液，所產生的效果不同，想要進一步探討金屬的厚度、水溶液的種類實際影響程度爲何？因此設計了【實驗六】、【實驗七】及【實驗八】各項實驗。
- 五、本研究依序找出最佳的金屬電池組合方式，要如何拿來實際應用呢？利用【實驗九】、【實驗十】及【實驗十一】的嘗試，想要進一步地將它實際應用在生活上。

## 陸、研究結論

- 一、不是人體會生電，生電的秘密其實是在於那兩片不同的金屬產生金屬離子移動。用其他物品實驗，只要沾濕，就能在兩片金屬間產生電能！因此來電現象不是由人體產生的。而人類的皮膚表面原本就有汗漬和毛細孔，具有導電特性。
- 二、不同金屬都能產生電壓。但有大也有小到無法確定(電壓值在 0.1 之下不斷跳動)。在我們的實驗中，最大值電壓 0.879V 由銀飾(含銀)是和電池外殼(含鋅)產生。
- 三、我們發現：兩種金屬聯結三用電表也會固定紅黑位置，也就是連結在三用電表正極或負極的位置，查了資料，連接在黑頭的金屬離子化傾向較大，因此，對於實驗結果，我們將這些金屬製品：離子化傾向由大到小做了排序。
- 四、對乾電池外殼和迴紋針會跟銀飾產生較高的電壓值。我們查看乾電池屬於碳鋅電池，外殼應是鋅；至於迴紋針不是鐵嗎？不過，我們發現迴紋針，應是鍍了一層鋅。因此這方法可以拿來驗證金屬製品是否鍍上其他金屬。
- 五、銀飾對銅條(取自粗電纜裡的銅條)產生的電壓最小，由此可見離子化傾向接近，彼此能產生的電壓值也最小。因此，想得到最大的電壓值，必須利用離子化傾向差較大的金屬才對。

- 六、依據實驗結果，發現果汁和飲料等含電解質導電性的液體，比其他較難導電溶液，對鋅銅片能產生較大電壓值。但即使是普通的自來水或礦泉水，因為能導電，也能作為金屬電池中的鹽橋溶液。
- 七、金屬面積越大，產生電能會多一些。但在我們的實驗中，最大片金屬和最小片面積相差 12 倍，電壓值只是些微之差，但電流值會因金屬片面積增大而增加 4 至 5 倍。
- 八、實驗數據得知，鹽橋厚度的對產生電壓值或電流值的大小有劇烈影響；但會影響到反應時間，越厚，反應時間越長，越薄，可以節省不少時間，就能達到最高電壓或電流值。並發現用夾子夾，金屬電池的電能迅速增加，並且更容易到達穩定狀態。
- 九、鹽橋中加入雙氧水或糯米醋，都會增加金屬電池的電壓或電流。當金屬電池電力不足時，適時滴幾滴雙氧水或醋，會「重燃生機」，探究其原因，發現電壓值會漸漸下降，是屬於「分極現象」，因為水溶液電解後產生的氫氣會聚集在銅那端，但是透過氧化劑如雙氧水加入將氫氣氧化形成水，就會讓電壓恢復讓電池重燃生機。
- 十、每組鋅銅電池產生的電壓值差距極小，足見鋅片和銅片組成的金屬電池發電非常穩定。將電池串聯後，電壓也隨著串聯個數增加呈倍數增加。
- 十一、實驗最後，我們試著利用簡易金屬電池，環保化的聯接成電池組，作為應用電能驅使小電器。
- 十二、我們能利用兩片金屬產生一定電能的方法，並以此實驗裝置，作為分辨不同金屬，或分辨金屬的利器，例如實驗中分辨「不銹鋼與鐵」及「辨別純金」甚至檢驗金屬是否電鍍。

## 柒、參考資料

- 左卷健男(2010)。3 小時讀通化學。台灣：世茂出版社。
- 石崎喜治(2002)。隨時可做有趣的科學實驗 P24~P27。台灣：世茂出版社。
- 吉田泰三(2001)。科學學習遊戲化學篇 P86~P91。台灣：益智工房。
- 藤瀧和弘(2009)。世界第一簡單電學原理。台灣：世茂出版社。

## 【評語】 080212

1. 能依實驗結果做推論。
2. 學生有積極探究與解決問題之精神。
3. 若能用同一種電解質做電壓電流變化，能更明確知其相關性。
4. 自製簡易金屬電池，及利用兩片金屬可以區別金屬類別，有其應用性。