

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031614

鋅銅電池延伸探索之旅

臺北縣立五峰國民中學

作者姓名：

國二 劉昱辰 國二 林佳蓁 國二 陳韻安

指導老師：

龔韞瑤 黃維鎰

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

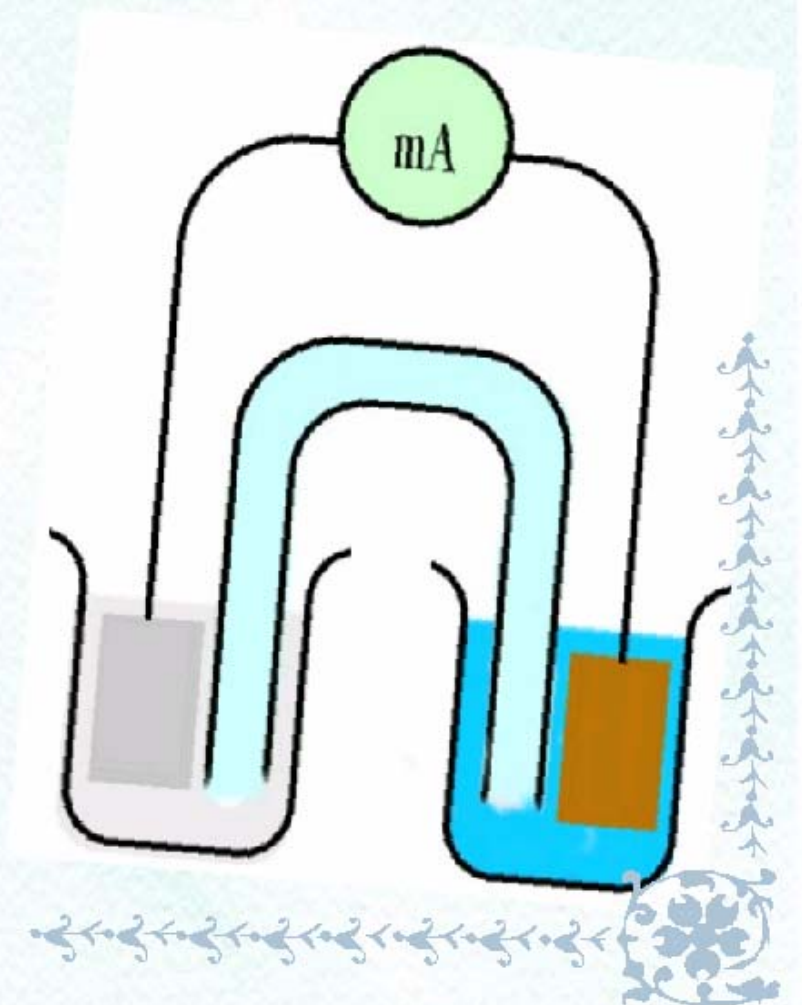
科 別：理化科

組 別：國中組

作品名稱：鋅銅電池延伸探索之旅

關 鍵 詞：鋅銅電池、鹽橋、果凍化

編 號：



目錄

摘要	_____	P.2
壹、 研究動機	_____	P.2
貳、 研究目的	_____	P.2
參、 研究設備及器材	_____	P.2
肆、 研究過程或方法	_____	P.3
伍、 研究結果	_____	P.9
陸、 討論	_____	P.25
柒、 結論	_____	P.27
捌、 參考資料	_____	P.28

摘要

利用科展的機會，以鋅銅電池為主題設計變因，使鋅銅電池更多樣化，探討何種變因時電壓電流最大，並運用日常生活中。

將 0.1M 硫酸銅硫酸鋅裝入燒杯，硝酸鉀溶液當鹽橋連接燒杯，以此為基準，改變變因：

- (1) 封口材質及棉花質量
- (2) 鹽橋數量、長短、粗細與電極距離
- (3) 硫酸銅、硫酸鋅的濃度、溫度
- (4) 電極種類、面積
- (5) 水位、燒杯高度
- (6) 光源
- (7) 溶液果凍化
- (8) 改變電解質

逐項觀察紀錄。實驗結果歸納下列情況，產生電流大於 1mA：

- (1) 鹽橋內溶液濃度大於 1.0M
- (2) 鹽橋 4 支以上
- (3) 硫酸銅、硫酸鋅濃度大於 1.0M
- (4) 光源照射

為使科展更貼近生活，將生活常見溶液融入鋅銅電池，設計以下實驗：

- (1) 以生活溶液為電解質
- (2) 以生活溶液為鹽橋

結果發現：以上實驗溶液為水管疏通劑時，電流大，甚至達數百倍!由此結果推斷溶液為強電解質，可增強電流，使鋅銅電池實用性大增。

透過實驗，了解哪些變因可影響實驗結果，由燈泡發光及馬達轉動證明鋅銅電池能運用於生活中。

壹、研究動機

當我們發現國中自然第五冊介紹「電」這與生活密不可分之現象時，便想一探究竟，課本所介紹的是由硫酸銅、硫酸鋅製成的鋅銅電池，但課本僅到確定其產生電為止，故我們決定做更深入研究，經由這次科展的機會，設計更多變因，使鋅銅電池多樣化，與生活連結以達科展的研究精神和目的。

貳、研究目的

一、改變不同操縱變因，觀察何種情況對電壓電流影響最顯著：

- (一) 棉花公克數
- (二) 鹽橋封口材質
- (三) 鹽橋內溶液濃度
- (四) 鹽橋數量
- (五) 鹽橋長短
- (六) 鹽橋管徑
- (七) 鹽橋與電極距離
- (八) 溶液濃度
- (九) 溶液溫度
- (十) 電極面積
- (十一) 電極種類
- (十二) 燒杯高度
- (十三) 水位差異
- (十四) 光源

二、將生活常見溶液融入鋅銅電池實驗，觀察電流電壓變化，使鋅銅電池更貼近生活。

三、將鋅銅電池溶液果凍化，觀察與液態有何差別；證明果凍化鋅銅電池可運用生活中。

參、研究設備及器材

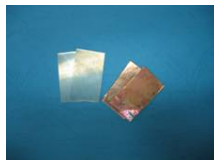
1 硫酸銅



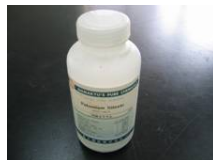
2. 硫酸鋅



3 鋅、銅片



4. 硝酸鉀



5. U 形管



6. 燒杯



7. 棉花



8. 三用電表



9. 導線



10. 電子秤





基本實驗器材:

硫酸銅、硫酸鋅、硝酸鉀水溶液 0.1M	各 200ml	鋅、銅片	各一片
燒杯 (250ml) 2 個	U 型管	棉花	適量
三用電表	1 台	會依各項變因會加減實驗器材	

肆、研究過程或方法

一、鋅銅電池

(一) 棉花公克數

實驗器材：如基本實驗器材

實驗步驟：

- (1) 秤 0.2 克棉花塞至 U 型管兩端,在其內裝硝酸鉀溶液,置於兩燒杯間,燒杯內為硫酸銅及硫酸鋅溶液,放入鋅、銅片,連接三用電錶。
- (2) 改塞 0.3 克棉花,以同方式連結。
- (3) 以同方式作 0.5 克棉花,並紀錄歸納。

裝置圖：

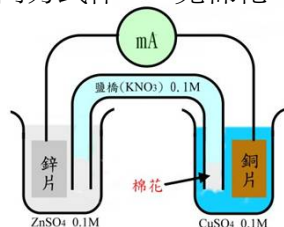


圖 1-1-1

實驗圖片：



圖 1-1-2

(二) 鹽橋封口材質

實驗器材：如基本實驗器材,溶液改為 2.0M,鹽橋溶液 0.5M

增加器材：橡皮膜、塑膠膜、玻璃紙、保鮮膜(7x7) 適量

橡皮筋 適量

實驗步驟：

- (1) 將各封口材質裁成 49cm^2 。
- (2) 套於鹽橋上,以橡皮筋綁好使鹽橋內溶液不溢出。

(3) 以三用電表測量電流電壓並紀錄。

裝置圖：

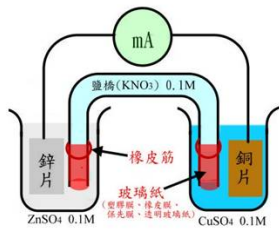


圖 1-2-1

實驗圖片：



圖 1-2-2

(三) 鹽橋內溶液濃度

實驗器材：如基本實驗器材,鹽橋溶液 1.0M

實驗步驟：

- (1) 配製 1.0M 硝酸鉀溶液 200ml，置入鹽橋，連結三用電表。
- (2) 將 1.0M 硝酸鉀溶液倒回燒杯，稀釋成 0.5M 水溶液測量。
- (3) 0.5M 硝酸鉀水溶液稀釋為 0.1M，測量電壓電流。

裝置圖：

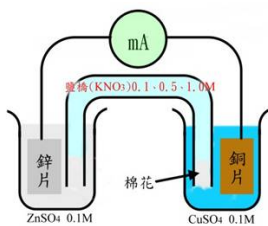


圖 1-3-1

實驗圖片：



圖 1-3-2

(四) 鹽橋數量對電壓電流的影響

實驗器材：如基本實驗器材,鹽橋改為 5 支

實驗步驟：

- (1) 準備 5 個鹽橋，調配硝酸鉀水溶液，裝入鹽橋。
- (2) 以 1 個鹽橋連接鋅銅電池，連接三用電表。
- (3) 再加放 1 個鹽橋，測量電壓電流，重複步驟(2)至五個鹽橋為止。

裝置圖：

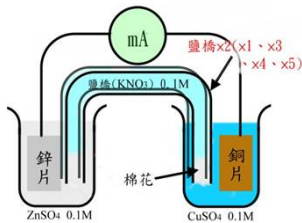


圖 1-4-1

實驗圖片：



圖 1-4-2

(五) 鹽橋長短

實驗器材：如基本實驗器材,溶液改為 2.0M,鹽橋溶液 0.5M,鹽橋為水管管徑 9.10mm 長 85cm

增加器材：玻璃紙(7x7)適量 剪刀一把

實驗步驟：

- (1) 以水管裝滿硝酸鉀溶液，連接鋅銅電池，測量電壓電流。
- (2) 將水管剪短 5cm，測量電壓電流。
- (3) 重複步驟(2)的順序，每次剪五公分，至水管為 60cm 為止。

裝置圖：

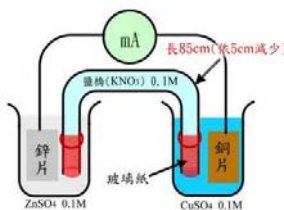


圖 1-5-1

實驗圖片：



圖 1-5-2

(六) 鹽橋管徑

實驗器材：如基本實驗器材,溶液改為 2.0M,鹽橋溶液 0.5M,鹽橋改為水管 5.50mm、6.05mm、9.10mm、13.00mm 各 60cm

增加器材: 玻璃紙 (7×7) 適量 游標尺 1 把

實驗步驟：

- (1) 取管徑 13.00 mm者，裝滿硝酸鉀溶液，連接三用電表，測量電壓、電流並紀錄。
- (2) 取管徑 9.10 mm者，裝滿硝酸鉀溶液再測量。
- (3) 按步驟二順序，做管徑 6.05 mm及 5.50 mm的水管之測量。

裝置圖：

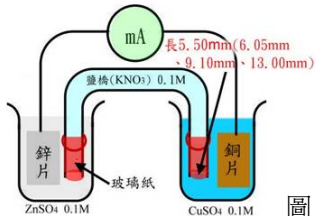


圖 1-6-1

實驗圖片：



圖 1-6-2

(七) 鹽橋和電極距離

實驗器材：如基本實驗器材,溶液改為 2.0M,鹽橋溶液 0.5M

增加器材：尺 一支

實驗步驟：

- (1) 將銅、鋅片固定於燒杯，以尺測量至與鹽橋距離為 6cm。
- (2) 移動燒杯，距離以每次 1cm 遞減，至直接接觸時，測量電壓電流。

裝置圖：

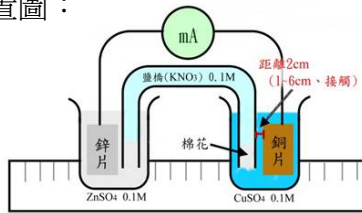


圖 1-7-1

實驗圖片：



圖 1-7-2

(八) 溶液濃度

實驗器材：如基本實驗器材,溶液改為 4.0M,鹽橋溶液 1.0M

實驗步驟：

- (1) 配製 4.0M 硫酸鋅、銅溶液，置入燒杯，連結三用電表，測量電壓電流。
- (2) 將 4.0M 溶液稀釋成 2.0M，置入燒杯再測量。
- (3) 重複步驟 (2)，將硫酸鋅、銅稀釋成 1.0M、0.5M、0.1M 測量。

裝置圖：

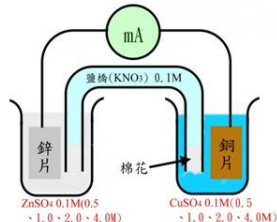


圖 1-8-1

實驗圖片：



圖 1-8-2

(九) 溶液溫度

實驗器材：如基本實驗器材

增加器材: 恆溫槽 一台 溫度計 3 支

實驗步驟：

- (1) 將鋅銅電池裝置置入恆溫槽，溫度調至 10 度，觀察紀錄。
- (2) 以每 10 度遞增測量至 60 度為止。

裝置圖：

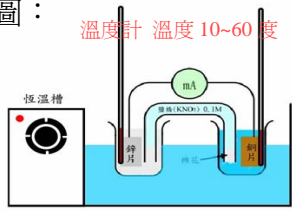


圖 1-9-1

實驗圖片：

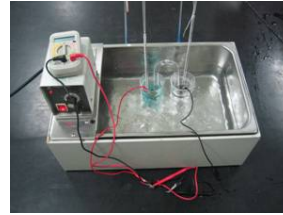


圖 1-9-2

(十) 電極面積

實驗器材：如基本實驗器材,溶液改為 4.0M,鹽橋溶液 1.0M

增加器材:剪刀 一把

實驗步驟:

- <方法 A>
- (1) 以完整鋅、銅片，放入溶液中，測量電壓電流。
 - (2) 將鋅、銅片往上拉至原本的 1/2，重複步驟(1)
 - (3) 再繼續往上拉，使鋅銅片面積為 1/4，重複步驟(1)

裝置圖：

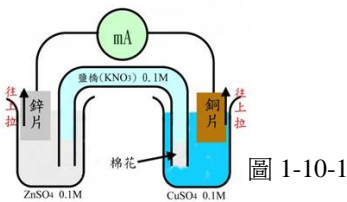


圖 1-10-1

實驗圖片：



圖 1-10-2

- <方法 B>
- (1) 以完整鋅、銅片，放入溶液中，測量電壓電流。
 - (2) 將鋅、銅片剪成原本的 1/2，重複步驟(1)。
 - (3) 將 1/2 的鋅銅片面積剪成 1/4，重複步驟(1)至做完至面積為原來的 1/64。

裝置圖：

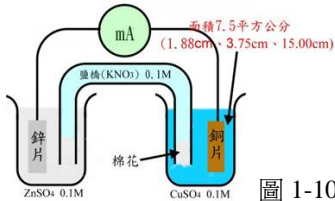


圖 1-10-3

實驗圖片：



圖 1-10-4

(十一) 電極種類

實驗器材：如基本實驗器材

增加器材：硫酸鋁水溶液、硫酸亞鐵水溶液、硝酸鉀水溶液、硝酸鉛水溶液 0.1M 各 200ml
鋁片、鉛片、鐵片 各 1片

實驗步驟：

- (1) 調配硫酸亞鐵、硫酸鋁、硝酸鉛、硫酸銅及硫酸鋅溶液。
- (2) 將金屬片置於溶液內，搭配測量。

裝置圖：

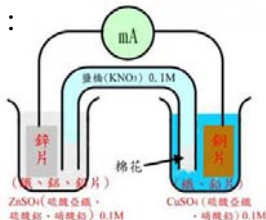


圖 1-11-1

實驗圖片：



圖 1-11-2

(十二) 燒杯高度

實驗器材：如基本實驗器材

增加器材：盒子（高度 1.5cm） 三個

實驗步驟：

- (1) 1.5cm 盒子放在裝硫酸銅燒杯下，令其高於硫酸鋅，測量電壓電流。
- (2) 多加一個 1.5cm 盒子再次測量。

- (3) 放上第三個盒子，共 4.5 公分測量。
- (4) 將盒子改墊硫酸鋅溶液下，重複步驟(1)(2)(3)。

裝置圖：

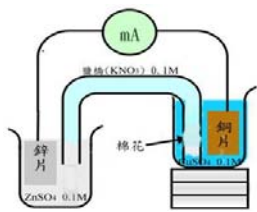


圖 1-12-1

實驗圖片：



圖 1-12-2

(十三) 水位差異

實驗器材：如基本實驗器材

實驗步驟：

- (1) 硫酸鋅 150ml，硫酸銅 200ml，硫酸銅水位高於硫酸鋅，連接三用電表，觀察電壓電流。
- (2) 在硫酸銅的燒杯中加 50ml，達 250ml。
- (3) 改為硫酸鋅水位高於硫酸銅，重複步驟(1)(2)

裝置圖：

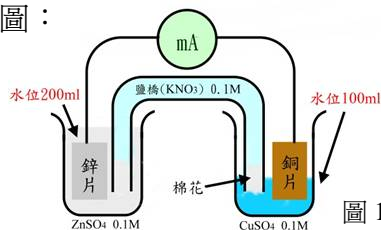


圖 1-13-1

實驗圖片：



圖 1-13-2

(十四) 照度光源

實驗器材：如基本實驗器材

增加器材:日光燈 2 盞 照度計 1 台

實驗步驟：

- (1) 整組鋅銅電池組裝好，置於檯燈下。
- (2) 以照度計測出照度，紀錄距離和照度相對性。
- (3) 改變水溶液和檯燈間距離。
- (4) 以同法測至最近距離為止，紀錄結果。

裝置圖：

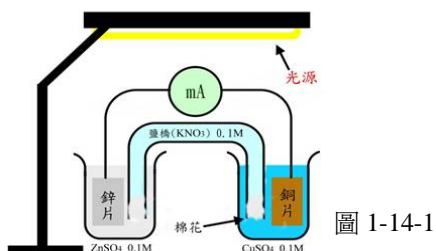


圖 1-14-1

實驗圖片：



圖 1-14-2

二、日常生活溶液加入鋅銅電池

在開始實驗之前，先測量密度及 pH 值

(一) 以各種溶液代替硫酸鋅及硫酸銅

實驗器材：如基本實驗器材,硫酸鋅硫酸銅溶液改為

硝酸鉀、白醋、烏醋、蕃茄汁、醬油、烏龍茶、牙膏、洗碗精、小蘇打粉、溫泉包、地板清潔劑、洗衣粉、水管疏通劑 適量

實驗步驟：

- (1) 準備各生活溶液，代替硫酸鋅、銅溶液。
- (2) 將鋅、銅片放入替代溶液。
- (3) 測量電流及電壓並記錄。

裝置圖：

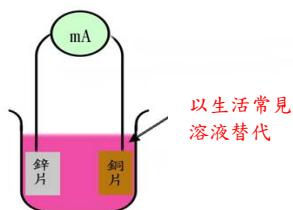


圖 2-1-1

實驗圖片：



圖 2-1-2

(二) 以各種溶液代替鹽橋內溶液

實驗器材：如基本實驗器材,鹽橋溶液改為

硝酸鉀、白醋、烏醋、蕃茄汁、醬油、烏龍茶、牙膏、洗碗精、小蘇打粉、溫泉包、地板清潔劑、洗衣粉、水管疏通劑

實驗步驟：

- (1) 準備各生活溶液代替鹽橋內溶液。
- (2) 將鋅、銅片放入硫酸鋅及硫酸銅溶液中。
- (3) 測量電流及電壓並記錄。

裝置圖：

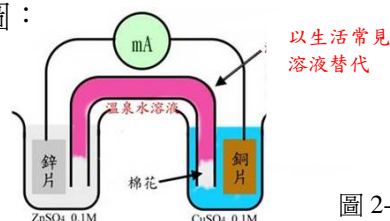


圖 2-2-1

實驗圖片：



圖 2-2-2

三、鋅銅電池果凍化

實驗器材：如基本實驗器材,溶液調配較濃

增加器材：果凍模 1 個 洋菜粉 適量 馬達、燈泡 各 1 個

(一) 果凍化製作

實驗步驟：

- (1) 將洋菜粉和水混合，煮 2~5 分鐘至沸騰。
- (2) 將硫酸鋅、銅溶液與洋菜粉混合，倒入容器。
- (3) 凝固後置入鋅、銅片，測量電壓電流。

裝置圖：



圖 3-1-1

實驗圖片



圖 3-1-2

(二) 燈泡發光、馬達轉動

實驗步驟：

- (1) 將銅片、鋅片插在硫酸銅、硫酸鋅果凍上。
- (2) 連接銅片和鋅片，再連接燈泡。
- (3) 改連接馬達，觀察其變化。

實驗圖片：

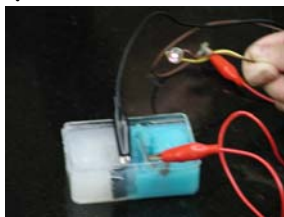


圖 3-2-1

實驗圖片：



圖 3-2-2

(三) 果凍化時電極距離的影響

實驗步驟：

- (1) 將銅片、鋅片插在硫酸銅、硫酸鋅果凍上，令兩極距離最遠。
- (2) 每次 2cm 遞減，測至相距 2cm 為止。
- (3) 觀察電電流並整理歸納。

裝置圖：

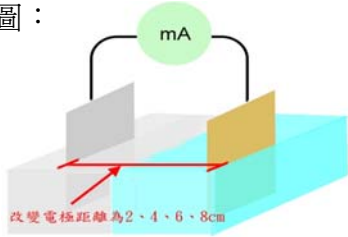


圖 3-3-1

實驗圖片：



圖 3-3-2

(四) 鋅銅三明治

實驗步驟：

- (1) 將硫酸鋅、銅果凍以薄片型態分別裝於不同盒子中。
- (2) 將果凍電池以「鋅片-硫酸鋅果凍-硫酸銅果凍-銅片」順序連接。
- (3) 測量電壓電流，增加串聯數。

裝置圖：

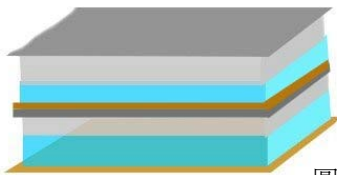


圖 3-4-1

實驗圖片：



圖 3-4-2

伍、研究結果

一、鋅銅電池

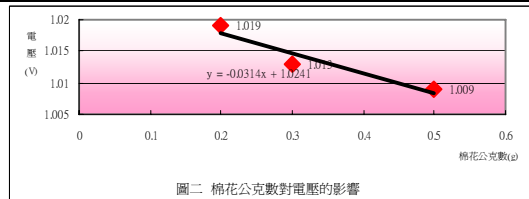
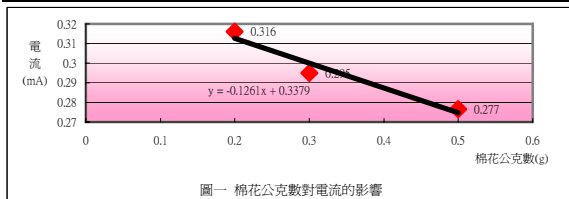
(一) 棉花公克數對電壓電流的影響

表一 棉花公克數對電流的影響

棉花公克數 (g)	電流 (mA)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0.2	0.317	0.316	0.316	0.315	0.316
0.3	0.294	0.298	0.295	0.293	0.295
0.5	0.377	0.379	0.374	0.378	0.377

表二 棉花公克數對電壓的影響

棉花公克數 (g)	電壓 (V)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0.2	1.049	0.989	1.018	1.020	1.019
0.3	1.037	0.989	1.014	1.012	1.013
0.5	1.027	0.991	1.007	1.011	1.009



電流：隨公克數增加，電流小
 電壓：隨公克數增加，電壓小

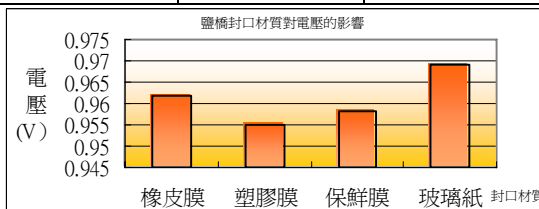
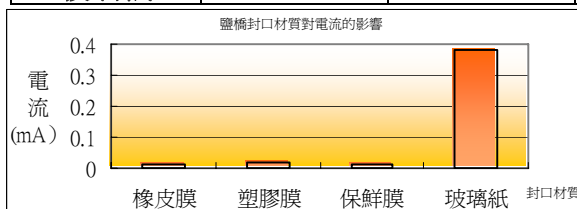
(二) 鹽橋封口材質對電壓電流的影響

表三 鹽橋封口材質對電流的影響

面積 7×7=49 (cm ²)	電流 (mA)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
橡皮膜	0.010	0.010	0.011	0.010	0.010
塑膠膜	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
保鮮膜	0.009	0.010	0.011	0.012	0.011
玻璃紙	0.379	0.379	0.380	0.380	0.380

表四 鹽橋封口材質對電壓的影響

面積 7×7=49 (cm ²)	電壓 (V)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
橡皮膜	0.954	0.968	0.961	0.965	0.962
塑膠膜	0.947	0.955	0.963	0.956	0.955
保鮮膜	0.958	0.953	0.966	0.956	0.958
玻璃紙	0.964	0.970	0.971	0.970	0.969



電流：材質為玻璃紙，電流最大。

電壓：差異不大。

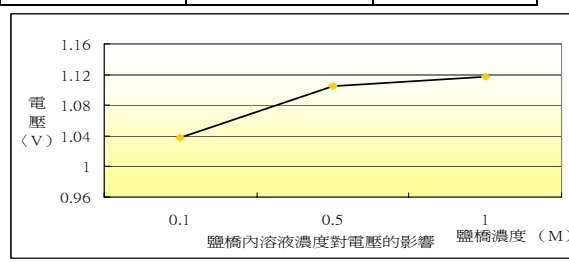
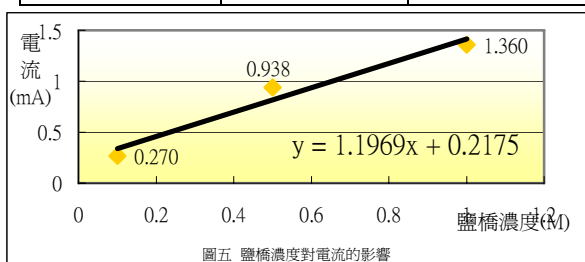
(三) 鹽橋內溶液濃度對電壓電流的影響

表五 鹽橋內溶液濃度對電流的影響

鹽橋濃度 (M)	電流 (mA)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0.1	0.226	0.237	0.347	0.268	0.270
0.5	0.965	0.863	0.983	0.940	0.938
1.0	1.414	1.385	1.298	1.344	1.360

表六 鹽橋內溶液濃度對電壓的影響

鹽橋濃度 (M)	電壓 (V)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0.1	1.006	0.969	1.012	1.163	1.038
0.5	1.009	0.993	1.014	1.403	1.105
1.0	1.007	1.142	0.974	1.344	1.117



電流：依濃度向上遞增。

電壓：依濃度持續向上遞增。

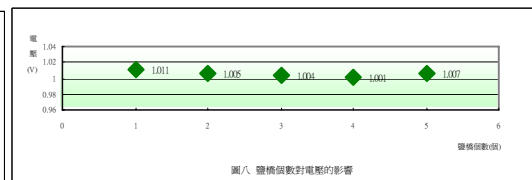
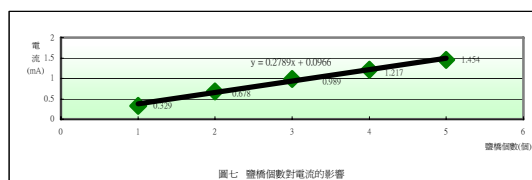
(四) 鹽橋數量對電壓電流的影響

表七 鹽橋個數對電流的影響

鹽橋個數	電流 (mA)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
1	0.329	0.329	0.328	0.327	0.329
2	0.678	0.678	0.675	0.681	0.678
3	0.981	0.996	0.987	0.991	0.989
4	1.213	1.221	1.215	1.219	1.217
5	1.476	1.432	1.454	1.454	1.454

表八 鹽橋個數對電壓的影響

鹽橋個數	電壓 (V)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
1	1.014	1.007	1.010	1.012	1.011
2	0.995	1.015	1.004	1.006	1.005
3	0.995	1.012	1.004	1.004	1.004
4	0.990	1.012	1.001	1.001	1.001
5	1.000	1.013	1.007	1.007	1.007



電流：數量多，電流大，成線性比例。
電壓：差異不大。

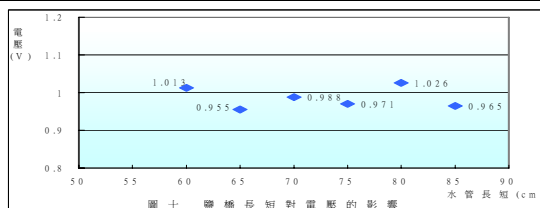
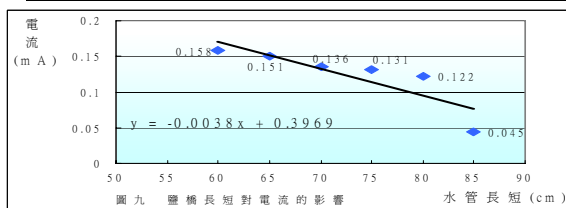
(五) 鹽橋長短對電壓電流的影響

表九 鹽橋長短對電流的影響

水管長短 (cm)	電流 (mA)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
60	0.157	0.157	0.161	0.158	0.158
65	0.150	0.151	0.151	0.151	0.151
70	0.136	0.135	0.137	0.136	0.136
75	0.130	0.132	0.131	0.131	0.131
80	0.122	0.123	0.121	0.122	0.122
85	0.111	0.110	0.113	0.104	0.104

表十 鹽橋長短對電壓的影響

水管長短 (cm)	電壓 (V)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
60	1.012	1.013	1.014	1.013	1.013
65	0.954	0.955	0.956	0.955	0.955
70	0.985	0.989	0.991	0.988	0.988
75	0.969	0.971	0.972	0.971	0.971
80	1.026	1.025	1.027	1.026	1.026
85	0.966	0.965	0.963	0.965	0.965



電流：隨鹽橋長短的增加,電流減小。
 電壓：無明顯差異。

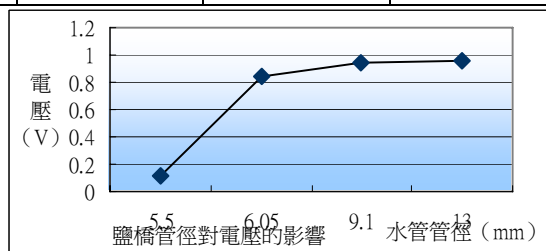
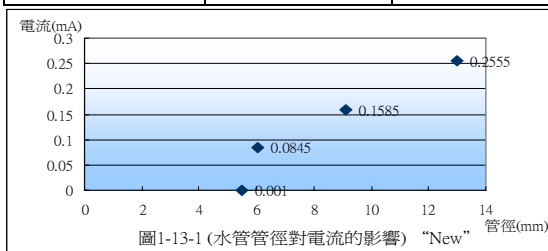
(六) 鹽橋管徑對電壓電流的影響 (水管長度定為 65cm)

表十一 鹽橋管徑對電流的影響

水管管徑 (mm)	電流 (mA)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
5.50	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
6.05	0.085	0.084	0.085	0.086	0.085
9.10	0.158	0.159	0.159	0.160	0.159
13.00	0.254	0.257	0.256	0.256	0.256

表十二 鹽橋管徑對電壓的影響

水管管徑 (mm)	電壓 (V)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
5.50	0.118	0.119	0.120	0.119	0.119
6.05	0.846	0.844	0.845	0.845	0.845
9.10	0.937	0.938	0.938	0.939	0.938
13.00	0.953	0.954	0.954	0.955	0.954



電流：管徑大，電流大。
 電壓：管徑大，電壓大，但兩者無線性關係。

(八) 溶液濃度對電壓電流的影響

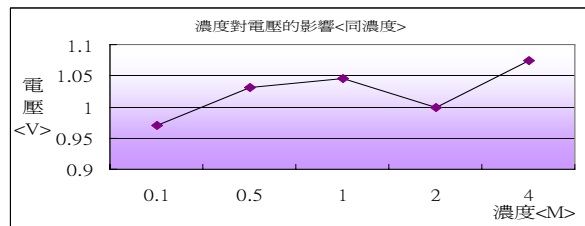
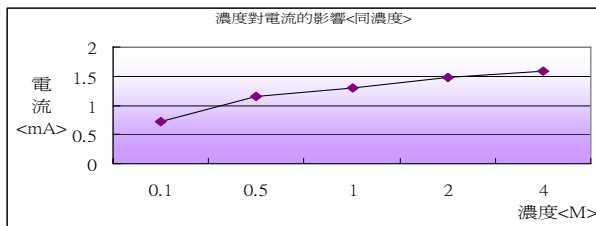
A. 硫酸銅、硫酸鋅同濃度對電壓電流的影響

表十三 硫酸銅、硫酸鋅同濃度對電流的影響

CuSO4 濃度 (M)	ZnSO4 濃度 (M)	電流 (mA)			
		第一次	第二次	第三次	平均
0.1	0.1	0.724	0.727	0.731	0.727
0.5	0.5	1.160	1.157	1.162	1.160
1.0	1.0	1.291	1.290	1.292	1.291
2.0	2.0	1.473	1.464	1.470	1.469
4.0	4.0	1.587	1.589	1.586	1.587

表十四 硫酸銅、硫酸鋅同濃度電壓的影響

CuSO4 濃度 (M)	ZnSO4 濃度 (M)	電壓 (V)			
		第一次	第二次	第三次	平均
0.1	0.1	0.972	0.968	0.971	0.970
0.5	0.5	1.031	1.032	1.034	1.032
1.0	1.0	1.046	1.045	1.044	1.045
2.0	2.0	0.998	1.003	0.999	1.000
4.0	4.0	1.074	1.075	1.072	1.074



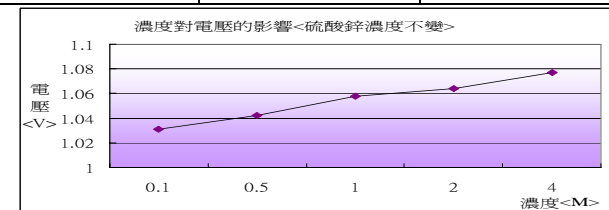
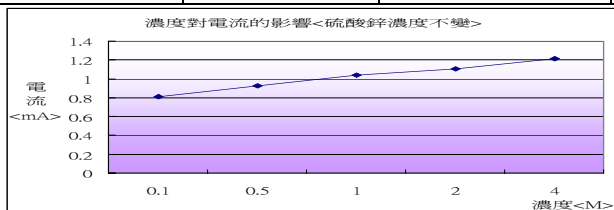
B. 硫酸銅濃度改變對電壓電流的影響

表十五 硫酸銅濃度改變對電流的影響

CuSO4 濃度 (M)	ZnSO4 濃度 (M)	電流 (mA)			
		第一次	第二次	第三次	平均
0.1	0.1	0.810	0.812	0.806	0.809
0.5	0.1	0.924	0.926	0.928	0.926
1.0	0.1	1.040	1.037	1.042	1.040
2.0	0.1	1.103	1.096	1.113	1.104
4.0	0.1	1.201	1.214	1.217	1.211

表十六 硫酸銅濃度改變對電壓的影響

CuSO4 濃度 (M)	ZnSO4 濃度 (M)	電壓 (V)			
		第一次	第二次	第三次	平均
0.1	0.1	1.030	1.031	1.032	1.031
0.5	0.1	1.041	1.042	1.044	1.042
1.0	0.1	1.058	1.059	1.057	1.058
2.0	0.1	1.064	1.065	1.063	1.064
4.0	0.1	1.077	1.076	1.078	1.077



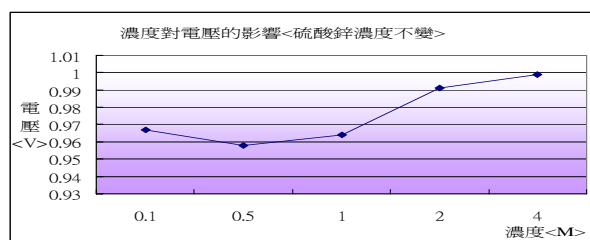
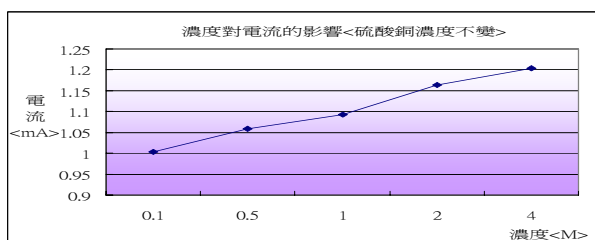
C. 硫酸鋅濃度改變對電壓電流的影響

表十七 硫酸鋅濃度改變對電流的影響

CuSO4 濃度 (M)	ZnSO4 濃度 (M)	電流 (mA)			
		第一次	第二次	第三次	平均
0.1	0.1	0.333	0.336	0.334	1.003
0.1	0.5	0.352	0.354	0.353	1.059
0.1	1.0	0.364	0.365	0.363	1.092
0.1	2.0	0.385	0.384	0.394	1.163
0.1	4.0	0.401	0.403	0.399	1.203

表十八 硫酸鋅濃度改變對電壓的影響

CuSO4 濃度 (M)	ZnSO4 濃度 (M)	電壓 (V)			
		第一次	第二次	第三次	平均
0.1	0.1	0.964	0.969	0.967	0.967
0.1	0.5	0.957	0.962	0.955	0.958
0.1	1.0	0.965	0.968	0.959	0.964
0.1	2.0	0.990	0.994	0.988	0.991
0.1	4.0	0.999	1.002	0.996	0.999



A. 硫酸銅、硫酸鋅同濃度對電壓電流的影響

電流：濃度越大，電流越大。

電壓：無規律。

B. 硫酸銅濃度改變對電壓電流的影響

電流：硫酸銅濃度大，電流大。

電壓：硫酸銅濃度大，電壓大。

C. 硫酸鋅濃度改變對電壓電流的影響

電流：硫酸鋅濃度大，電流大。

電壓：無規律。

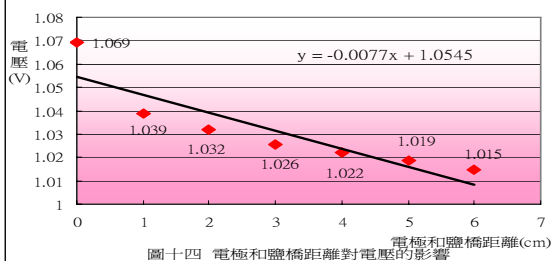
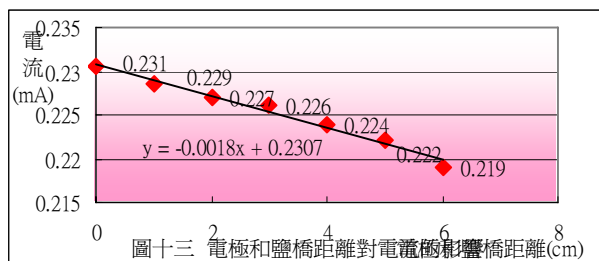
(七) 鹽橋與電極距離對電壓電流的影響

表十九 電極和鹽橋距離對電流的影響

公分 (cm)	電流 (mA)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0	0.230	0.231	0.234	0.229	0.231
1	0.229	0.228	0.229	0.230	0.229
2	0.227	0.227	0.228	0.226	0.227
3	0.226	0.226	0.225	0.226	0.226
4	0.224	0.224	0.222	0.226	0.224
5	0.221	0.223	0.222	0.222	0.222
6	0.220	0.218	0.217	0.221	0.219

表二十 電極和鹽橋距離對電壓的影響

公分 (cm)	電壓 (V)				
	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0	1.068	1.070	1.069	1.069	1.069
1	1.038	1.040	1.039	1.039	1.039
2	1.031	1.033	1.032	1.032	1.032
3	1.025	1.027	1.025	1.027	1.026
4	1.021	1.023	1.022	1.022	1.022
5	1.017	1.019	1.022	1.018	1.019
6	1.015	1.014	1.015	1.014	1.015



電流：越接近鹽橋，電流越大，成線性關係。

電壓：越接近鹽橋，電壓越大，成線性關係。

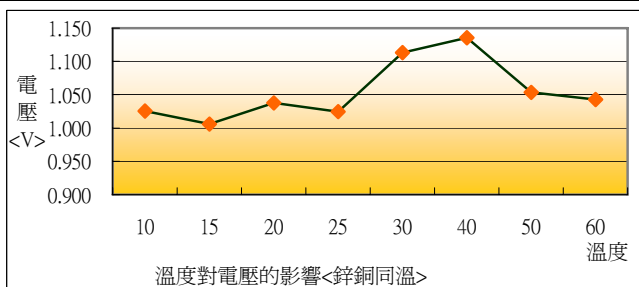
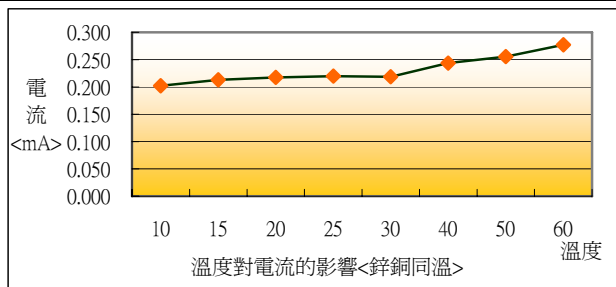
A. 硫酸銅、硫酸鋅同溫對電流及電壓的影響

表二十一 硫酸銅、硫酸鋅同溫對電流的影響

溫度 (攝氏)	電流(mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
10	0.207	0.204	0.196	0.202
15	0.214	0.213	0.212	0.213
20	0.219	0.218	0.216	0.218
25	0.219	0.220	0.221	0.220
30	0.222	0.210	0.220	0.219
40	0.245	0.246	0.24	0.244
50	0.251	0.261	0.255	0.256
60	0.281	0.273	0.277	0.277

表二十二 硫酸銅、硫酸鋅同溫對電壓的影響

溫度 (攝氏)	電壓(V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
10	1.023	1.030	1.024	1.026
15	1.001	1.009	1.008	1.006
20	1.034	1.039	1.040	1.038
25	1.024	1.024	1.025	1.024
30	1.112	1.114	1.114	1.113
40	1.137	1.133	1.137	1.136
50	1.048	1.053	1.060	1.054
60	1.038	1.049	1.041	1.043



B. 硫酸銅溫度改變對電流及電壓的影響

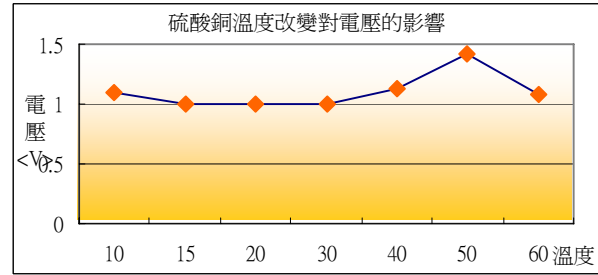
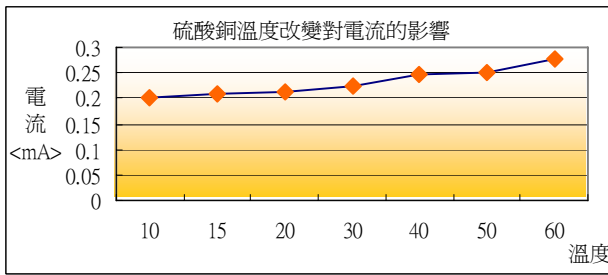
表二十三 硫酸銅溫度改變對電流的影響

溫度(攝氏)		電流(mA)			
硫酸銅	硫酸鋅	第一次	第二次	第三次	平均
10	25	0.202	0.203	0.204	0.203
15	25	0.210	0.209	0.208	0.209
20	25	0.218	0.211	0.214	0.214
30	25	0.223	0.222	0.224	0.223
40	25	0.242	0.247	0.246	0.245
50	25	0.248	0.251	0.257	0.252
60	25	0.280	0.276	0.274	0.276

表二十四 硫酸銅溫度改變對電壓的影響

溫度(攝氏)		電壓(V)			
硫酸銅	硫酸鋅	第一次	第二次	第三次	平均
10	25	0.136	0.134	1.031	1.100
15	25	0.995	0.989	1.002	0.995
20	25	0.994	0.993	0.995	0.994

30	25	1.001	1.002	1.003	1.002
40	25	1.123	1.124	1.117	1.121
50	25	1.076	1.058	1.068	1.426
60	25	1.077	1.079	1.072	1.076



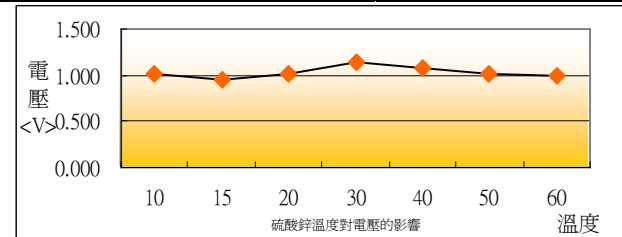
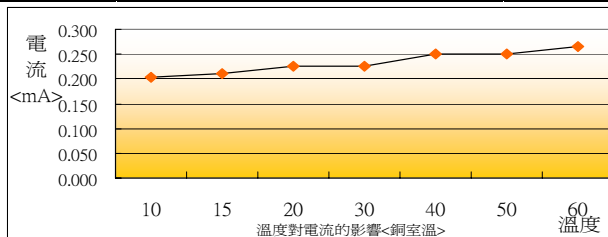
C. 硫酸鋅溫度改變對電流及電壓的影響

表二十五 硫酸鋅溫度改變對電流的影響

溫度(攝氏)		電流(mA)			
硫酸銅	硫酸鋅	第一次	第二次	第三次	平均
25	10	0.202	0.203	0.205	0.203
25	15	0.213	0.211	0.209	0.211
25	20	0.227	0.227	0.225	0.226
25	30	0.221	0.222	0.232	0.225
25	40	0.251	0.249	0.252	0.251
25	50	0.247	0.250	0.252	0.250
25	60	0.265	0.266	0.265	0.265

表二十六 硫酸鋅溫度改變對電壓的影響

溫度(攝氏)		電壓(V)			
硫酸銅	硫酸鋅	第一次	第二次	第三次	平均
25	10	1.017	1.024	1.027	1.023
25	15	0.956	0.940	0.933	0.943
25	20	1.021	1.015	1.014	1.017
25	30	1.117	1.141	1.151	1.136
25	40	1.070	1.079	1.077	1.075
25	50	1.024	1.011	1.018	1.018
25	60	1.000	0.989	0.990	0.993



A. 硫酸銅、硫酸鋅同溫對電流及電壓的影響

電流：隨溫度的增加，電流規律增加。

電壓：無規律。

B. 硫酸銅溫度>硫酸鋅溫度

電流：隨硫酸銅溫度增加，電流規律增加。

電壓：無規律。

C. 硫酸銅溫度<硫酸鋅溫度

電流：隨硫酸銅溫度增加，電流規律增加。

電壓：無規律。

(十) 電極面積對電壓電流的影響

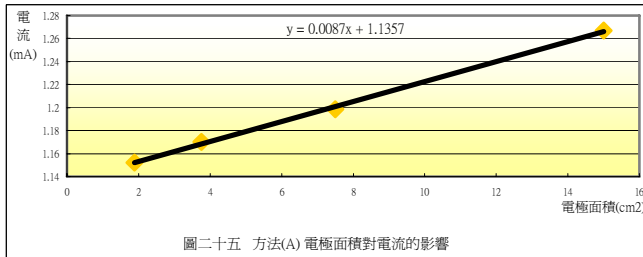
A. 以完整銅、鋅片往上拉 (使浸泡於溶液中的面積減少)

表二十七 電極面積對電流的影響

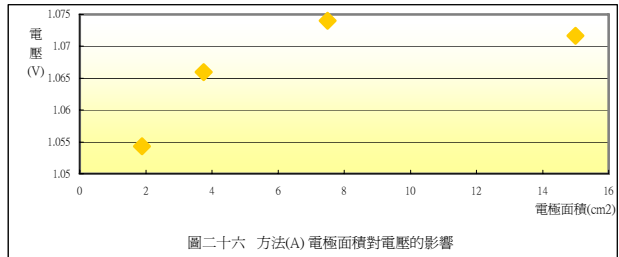
電極面積 (cm ²)	電流 (mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
1.88 cm ²	1.157	1.150	1.149	1.152
3.75 cm ²	1.179	1.157	1.174	1.170
7.50 cm ²	1.192	1.201	1.202	1.198
15.00 cm ²	1.267	1.261	1.273	1.267

表二十八 電極面積對電壓的影響

電極面積 (cm ²)	電壓(V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
1.88 cm ²	1.045	1.063	1.055	1.054
3.75 cm ²	1.068	1.064	1.066	1.066
7.50 cm ²	1.074	1.078	1.070	1.074
15.00 cm ²	1.066	1.077	1.072	1.072



圖二十五 方法(A) 電極面積對電流的影響



圖二十六 方法(A) 電極面積對電壓的影響

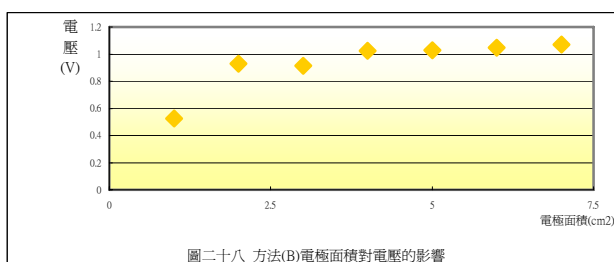
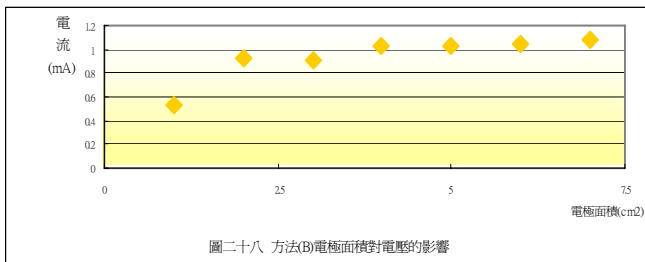
B. 把銅、鋅片直接對剪，再泡溶液中 (使銅、鋅片總面積減少)

表二十九 電極面積對電流的影響

電極面積 (cm ²)	電流 (mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
0.23 cm ²	0.803	0.791	0.794	0.796
0.47 cm ²	1.083	1.087	1.085	1.085
0.94 cm ²	1.092	1.094	1.099	1.095
1.88 cm ²	1.381	1.390	1.384	1.385
3.75 cm ²	1.444	1.447	1.451	1.447
7.50 cm ²	1.483	1.478	1.481	1.481
15.00 cm ²	1.504	1.507	1.509	1.510

表三十 電極面積對電壓的影響

電極面積 (cm ²)	電壓(V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
0.23 cm ²	0.524	0.530	0.527	0.527
0.47 cm ²	0.927	0.928	0.930	0.928
0.94 cm ²	0.909	0.914	0.920	0.914
1.88 cm ²	1.022	1.026	1.027	1.025
3.75 cm ²	1.028	1.027	1.034	1.030
7.50 cm ²	1.045	1.046	1.047	1.046
15.00 cm ²	1.071	1.072	1.073	1.072



A.以完整銅、鋅片往上拉（使浸泡於溶液中的面積減少）

電流：電極面積大，電流大。

電壓：不規則變化。

B.把銅、鋅片直接對剪，再泡溶液中（使銅、鋅片總面積減少）

電流：電極面積大，電流大。

電壓：不規則變化。

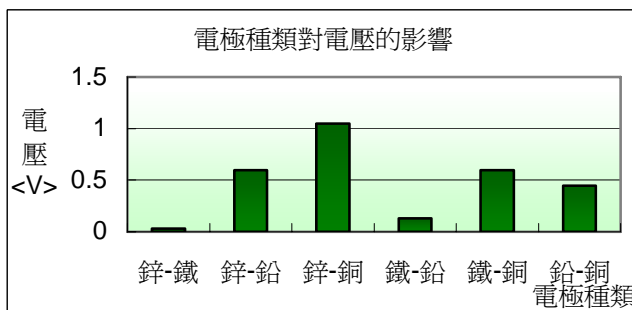
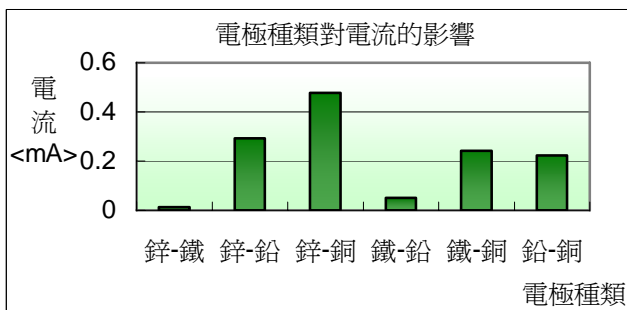
(十一) 電極種類對電壓電流的影響

表三十一 不同種類的電極對電流的影響

電極性質	電流 (mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
鋅-鐵	0.016	0.010	0.015	0.013
鋅-鉛	0.292	0.294	0.290	0.292
鋅-銅	0.480	0.485	0.470	0.478
鐵-鉛	0.048	0.052	0.054	0.051
鐵-銅	0.238	0.243	0.245	0.242
鉛-銅	0.222	0.222	0.228	0.224

表三十二 不同種類的電極對電壓的影響

電極性質	電壓 (V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
鋅-鐵	0.029	0.025	0.036	0.030
鋅-鉛	0.596	0.596	0.597	0.596
鋅-銅	1.049	1.050	1.051	1.050
鐵-鉛	0.128	0.130	0.133	0.130
鐵-銅	0.594	0.595	0.597	0.595
鉛-銅	0.444	0.444	0.445	0.444



電流：以鋅銅組合為最佳。

電壓：以鋅銅組合為最佳。

(十二) 燒杯高度對電壓電流的影響

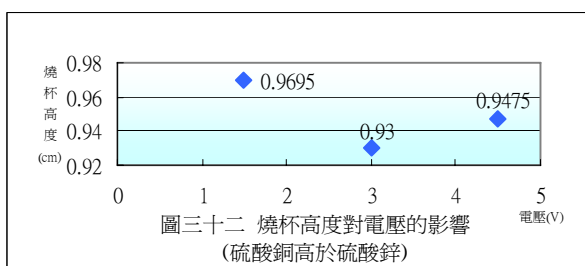
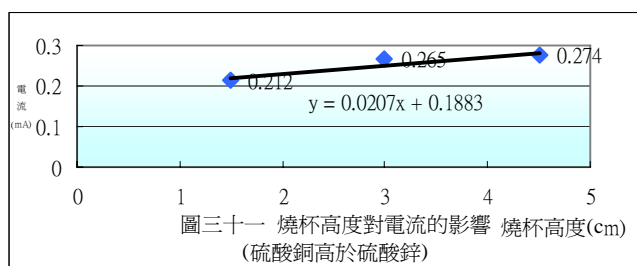
A. 硫酸銅高於硫酸鋅(燒杯高度)對電流及電壓的影響

表三十三硫酸銅高於硫酸鋅(燒杯高度)的影響

高度 CuSO4 高於 ZnSO4	電流 (mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
高 1.5cm	0.195	0.229	0.212	0.212
高 3.0cm	0.204	0.326	0.265	0.265
高 4.5cm	0.222	0.326	0.274	0.274

表三十四硫酸銅高於硫酸鋅(燒杯高度)電壓的影響

高度 CuSO4 高於 ZnSO4	電壓(V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
高 1.5cm	0.985	0.954	0.970	0.970
高 3.0cm	0.901	0.959	0.930	0.930
高 4.5cm	0.907	0.988	0.948	0.948



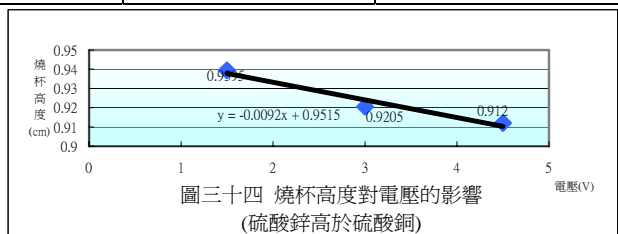
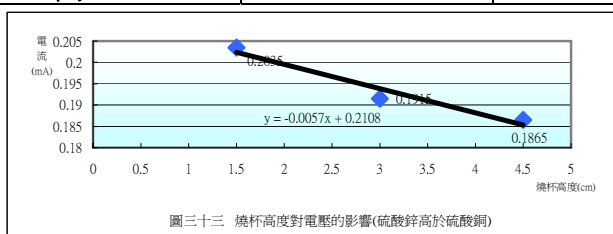
B. 硫酸鋅高於硫酸銅(燒杯高度)對電流及電壓的影響

表三十五 硫酸銅高於硫酸鋅(燒杯高度)對電流的影響

高度 ZnSO4 高於 CuSO4	電流 (mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
高 1.5cm	0.222	0.185	0.204	0.204
高 3.0cm	0.211	0.172	0.192	0.192
高 4.5cm	0.210	0.163	0.187	0.187

表三十六 硫酸銅高於硫酸鋅(燒杯高度)對電壓的影響

高度 ZnSO4 高於 CuSO4	電壓(V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
高 1.5cm	0.894	0.985	0.940	0.940
高 3.0cm	0.874	0.967	0.921	0.921
高 4.5cm	0.867	0.957	0.912	0.912



A. 硫酸銅高於硫酸鋅(燒杯高度)對電流及電壓的影響

電流：硫酸銅高度高則電流大,成線性比例。

電壓：無規律。

B. 硫酸鋅高於硫酸銅(燒杯高度)對電流及電壓的影響

電流：硫酸鋅高度高則電流小,成線性比例。

電壓：隨硫酸鋅燒杯高度增加，電壓明顯下降

(十三) 水位差異對電壓電流的影響

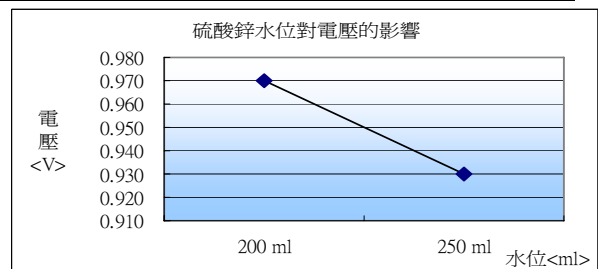
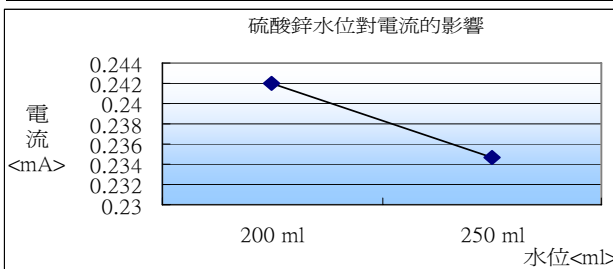
A. 水位差異---硫酸銅固定對電流及電壓的影響

表三十七 水位差異---硫酸銅固定對電流的影響

水位差異 (ml)		電流 (mA)			
硫酸銅水位	硫酸鋅水位	第一次	第二次	第三次	平均
150 ml	200 ml	0.241	0.243	0.242	0.242
150 ml	250 ml	0.233	0.235	0.236	0.235

表三十八 水位差異---硫酸銅固定對電壓的影響

水位差異 (ml)		電壓 (V)			
硫酸銅水位	硫酸鋅水位	第一次	第二次	第三次	平均
150 ml	200 ml	0.985	0.954	0.970	0.970
150 ml	250 ml	0.901	0.959	0.930	0.930



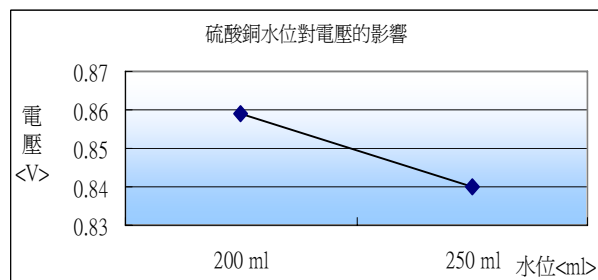
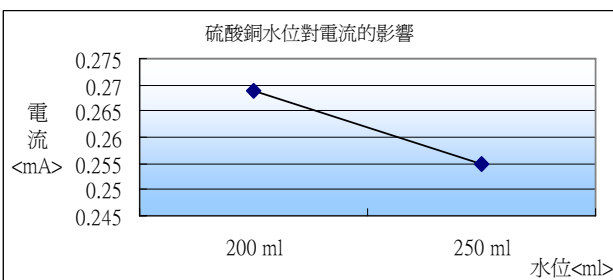
B. 水位差異---硫酸鋅固定對電流及電壓的影響

表三十九 水位差異---硫酸鋅固定對電流的影響

水位差異 (ml)		電流 (mA)			
硫酸銅水位	硫酸鋅水位	第一次	第二次	第三次	平均
200 ml	150 ml	0.290	0.248	0.269	0.269
250 ml	150 ml	0.271	0.239	0.255	0.255

表四十 水位差異---硫酸鋅固定對電壓的影響

水位差異 (ml)		電壓 (V)			
硫酸銅水位	硫酸鋅水位	第一次	第二次	第三次	平均
200 ml	150 ml	0.875	0.843	0.859	0.859
250 ml	150 ml	0.870	0.809	0.840	0.840



A. 水位差異---硫酸銅固定對電流及電壓的影響

電流：硫酸鋅水位越高電流也隨之遞減。
電壓：硫酸鋅水位越高電壓也隨之遞減。

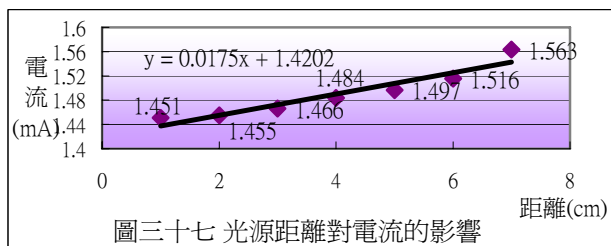
B. 水位差異---硫酸鋅固定對電流及電壓的影響

電流：硫酸銅水位越高電流也隨之遞減。
電壓：硫酸銅水位越高電壓也隨之遞減。

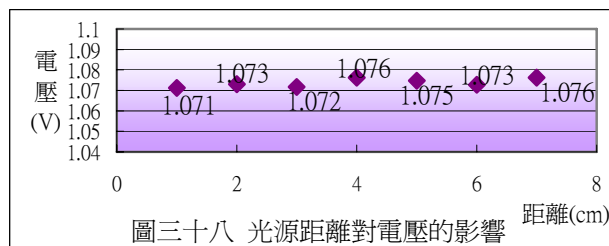
光源距離 (cm)	照度 (Lux)	電流 (mA)			
		第一次	第二次	第三次	平均
35cm	1280-1290	1.447	1.447	1.447	1.447
30cm	2020-2030	1.452	1.452	1.452	1.452
25cm	3590-3600	1.448	1.448	1.448	1.448
20cm	4340-4350	1.487	1.487	1.487	1.487
15cm	5790-5840	1.498	1.498	1.498	1.498
10cm	7490-7520	1.513	1.513	1.513	1.513
5cm	11690-11710	1.560	1.560	1.560	1.560

表四十二 光源距離及照度對電壓的影響

光源距離 (cm)	照度 (Lux)	電壓 (V)			
		第一次	第二次	第三次	平均
35cm	1280-1290	1.073	1.072	1.070	1.071
30cm	2020-2030	1.075	1.071	1.073	1.073
25cm	3590-3600	1.072	1.073	1.071	1.071
20cm	4340-4350	1.077	1.076	1.075	1.076
15cm	5790-5840	1.075	1.076	1.077	1.075
10cm	7490-7520	1.074	1.073	1.072	1.073
5cm	11690-11710	1.075	1.076	1.077	1.076



圖三十七 光源距離對電流的影響



圖三十八 光源距離對電壓的影響

電流：距離小(照度大)電流大，呈線性比例。
電壓：無規律。

二、鋅銅電池生活化

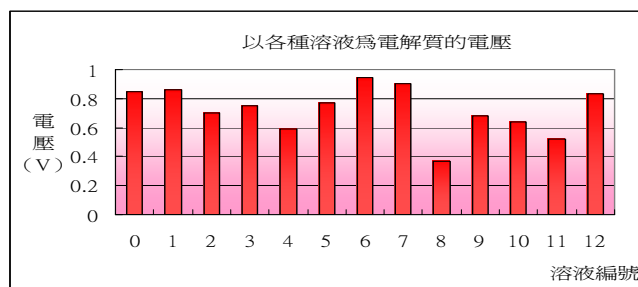
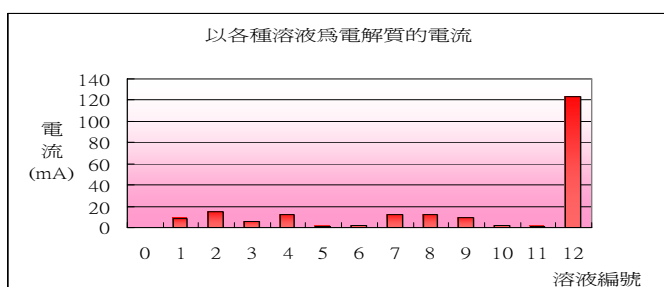
(一) 以各種溶液為電解質

表四十三 以各種溶液為電解質的電流

編號	水溶液	pH 值	密度	電流 (mA)			
				第一次	第二次	第三次	平均
0	硝酸鉀	7.5	0.999	0.340	0.352	0.300	0.331
1	白醋	2.3	0.979	0.389	0.383	0.384	7.997
2	烏醋	2.9	1.061	1.699	1.710	1.720	15.306
3	蕃茄汁	3.3	1.004	0.225	0.224	0.225	5.453
4	醬油	4.3	1.148	1.868	1.967	1.958	12.513
5	烏龍茶	5.9	0.956	0.060	0.061	0.068	0.741
6	牙膏	6.6	0.985	0.052	0.051	0.053	1.888
7	洗碗精	7.5	0.993	0.302	0.304	0.302	13.291
8	小蘇打粉	8.5	1.034	1.470	1.469	1.474	12.694
9	溫泉包	8.6	1.142	1.302	1.331	1.364	9.246
10	地板清潔劑	10.2	0.973	0.096	0.096	0.096	2.259
11	洗衣粉	10.3	1.033	1.063	1.056	1.068	1.861
12	水管疏通劑	11.8	1.039	4.780	4.560	4.590	147.948

表四十四 以各種溶液為電解質的電壓

編號	水溶液	pH 值	密度	電壓 (V)			
				第一次	第二次	第三次	平均
0	硝酸鉀	7.5	0.999	0.852	0.843	0.849	0.848
1	白醋	2.3	0.979	0.850	0.862	0.876	0.863
2	烏醋	2.9	1.061	0.712	0.700	0.698	0.703
3	蕃茄汁	3.3	1.004	0.754	0.753	0.751	0.753
4	醬油	4.3	1.148	0.584	0.590	0.601	0.592
5	烏龍茶	5.9	0.956	0.768	0.789	0.766	0.774
6	牙膏	6.6	0.985	0.936	0.949	0.952	0.946
7	洗碗精	7.5	0.993	0.906	0.908	0.904	0.906
8	小蘇打粉	8.5	1.034	0.378	0.364	0.370	0.371
9	溫泉包	8.6	1.142	0.677	0.676	0.689	0.681
10	地板清潔劑	10.2	0.973	0.630	0.633	0.644	0.636
11	洗衣粉	10.3	1.033	0.513	0.524	0.530	0.522
12	水管疏通劑	11.8	1.039	0.850	0.854	0.790	0.831



電流：水管疏通劑屬強鹼溶液，電流值最大

電壓：無明顯差異

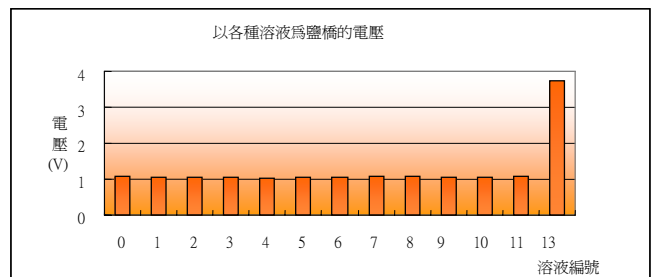
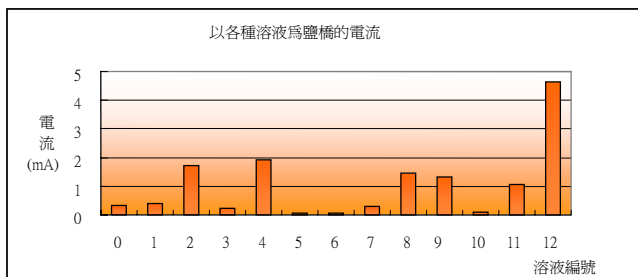
(十六) 以各種溶液為鹽橋溶液

表四十五 以各種溶液為鹽橋溶液的電流

編號	水溶液	pH 值	密度	電流 (mA)			
				第一次	第二次	第三次	平均
0	硝酸鉀	7.5	0.999	0.340	0.352	0.300	0.331
1	白醋	2.3	0.979	0.389	0.383	0.384	0.385
2	烏醋	2.9	1.061	1.699	1.710	1.720	1.710
3	蕃茄汁	3.3	1.004	0.225	0.224	0.225	0.225
4	醬油	4.3	1.148	1.868	1.967	1.958	1.931
5	烏龍茶	5.9	0.956	0.060	0.061	0.068	0.063
6	牙膏	6.6	0.985	0.052	0.051	0.053	0.052
7	洗碗精	7.5	0.993	0.302	0.304	0.302	0.303
8	小蘇打粉	8.5	1.034	1.470	1.469	1.474	1.471
9	溫泉包	8.6	1.142	1.302	1.331	1.364	1.332
10	地板清潔劑	10.2	0.973	0.096	0.096	0.096	0.096
11	洗衣粉	10.3	1.033	1.063	1.056	1.068	1.062
12	水管疏通劑	11.8	1.039	4.780	4.560	4.590	4.643

表四十六 以各種溶液為鹽橋溶液的電壓

編號	水溶液	pH 值	密度	電壓 (V)			
				第一次	第二次	第三次	平均
0	硝酸鉀	7.5	0.999	1.071	1.073	1.075	1.073
1	白醋	2.3	0.979	1.054	1.055	1.058	1.056
2	烏醋	2.9	1.061	1.060	1.062	1.059	1.060
3	蕃茄汁	3.3	1.004	1.056	1.056	1.057	1.056
4	醬油	4.3	1.148	1.036	1.037	1.039	1.037
5	烏龍茶	5.9	0.956	1.047	1.047	1.050	1.048
6	牙膏	6.6	0.985	1.031	1.049	1.055	1.045
7	洗碗精	7.5	0.993	1.07	1.069	1.071	1.070
8	小蘇打粉	8.5	1.034	1.071	1.072	1.074	1.072
9	溫泉包	8.6	1.142	1.048	1.047	1.050	1.048
10	地板清潔劑	10.2	0.973	1.062	1.061	1.060	1.061
11	洗衣粉	10.3	1.033	1.070	1.069	1.060	1.066
12	水管疏通劑	11.8	1.039	3.740	3.780	3.730	3.750



電流：以水管疏通劑為最高，其次醬油及烏醋亦有不錯的效果。
 電壓：以水管疏通劑為最高，其他皆接近。

三、鋅銅電池果凍化

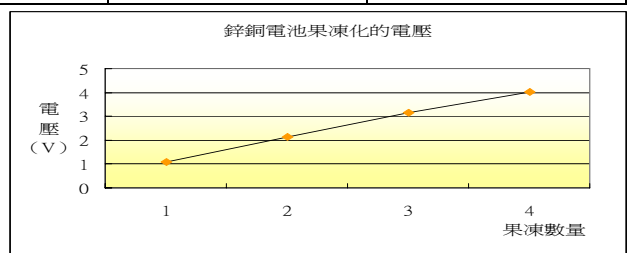
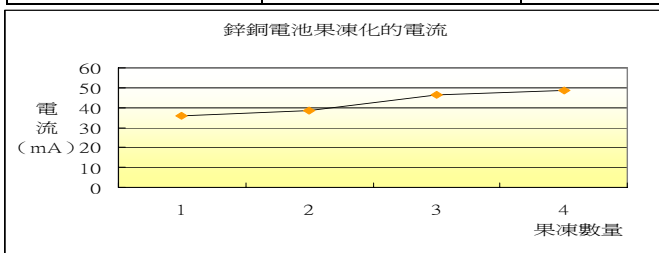
(一) 鋅銅電池果凍化製作

表四十七 鋅銅電池果凍化的電流

果凍數量	電流 (mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
1	23.3	42.6	42.0	36.0
2	30.1	42.9	42.2	38.4
3	40.1	49.3	49.4	46.3
4	42.6	51.6	52.1	48.8

表四十八 鋅銅電池果凍化的電壓

果凍數量	電壓 (V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
1	1.049	1.081	1.082	1.071
2	2.120	2.180	2.140	2.147
3	3.180	3.150	3.170	3.167
4	4.010	4.060	4.020	4.030



電流:個數多,電流大

電壓:個數多,電壓大

備註:濃度大,電壓大;果凍接觸面積大電壓大。依失敗和成功結果,分析影響果凍化電壓和電流的為濃度及接觸的面積。

(二) 燈泡發光、馬達轉動

結果:若電壓、電流的量足夠,則可令燈泡發光甚至馬達轉動

備註:果凍接的越多,則電壓、電流均大。

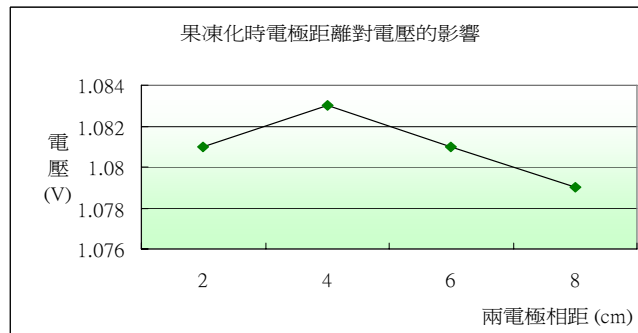
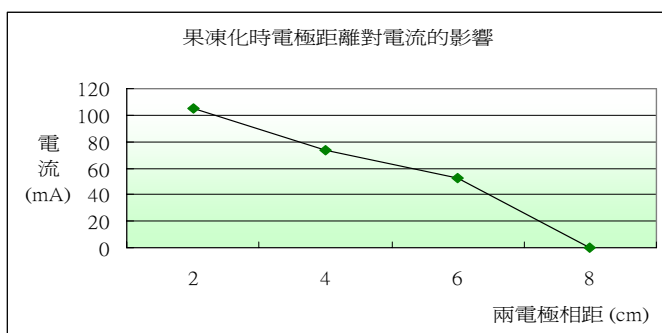
(三) 果凍化時電極距離的影響

表四十九 果凍化時電極距離對電流的影響

兩電極相距 (cm)	電流(mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
2	104.9	105.2	104.5	104.9
4	73.7	74.5	72.9	73.7
6	52.2	52.1	52.6	52.3
8	34.8	33.4	33.8	34.0

表五十 果凍化時電極距離對電壓的影響

兩電極相距 (cm)	電壓(V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
2	1.083	1.079	1.082	1.081
4	1.081	1.085	1.082	1.083
6	1.082	1.084	1.077	1.081
8	1.085	1.076	1.078	1.079



電流:距離越近,電流越大。

電壓:無明顯規律。

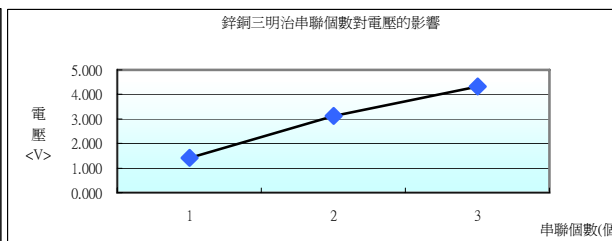
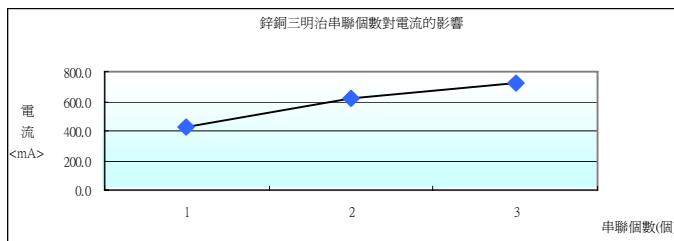
(四) 鋅銅三明治

表五十一 鋅銅三明治電池(串聯個數對電流的影響)

串連數(個)	電流(mA)			
	第一次	第二次	第三次	平均
1	426	433	427	428.7
2	624	609	623	618.7
3	721	720	723	721.3

表五十二 鋅銅三明治電池(串聯個數對電壓的影響)

串連數(個)	電壓(V)			
	第一次	第二次	第三次	平均
1	1.424	1.422	1.419	1.422
2	3.18	3.09	3.11	3.127
3	4.37	4.29	4.34	4.333



電流:串聯個數越多,電流越大,可達一般鋅銅電池之數百倍。

電壓:串聯個數越多,電壓越大,可達一般鋅銅電池之數百倍。

陸、討論

1、為何要使用棉花?可不用嗎?有何注意事項?

使鹽橋溶液不和硫酸鋅、銅溶液混合,使硫酸鋅、銅離子流動,是溝通電路的橋樑。棉花勿塞太緊,否則會影響離子流動,太鬆,鹽橋內溶液會溢出。

2、為何要做鹽橋封口材質的實驗?何者效果最佳?

我們假想是否有其他材質能取代棉花,甚至達更加效果。除棉花外,可用橡皮膜、塑膠膜、保鮮膜或玻璃紙。玻璃紙效果最佳,猜測是其材質成分利於硫酸鋅、銅離子移動,使之增加。

3、鹽橋數量為何有影響?

鹽橋個數同電池串聯原理,串聯個數多電壓大,截面積大離子易導電,電流增加;個數少,則反之。

4、實驗中鹽橋的長短、粗細又是怎麼定出來的?

鹽橋裝置可改用其他物品,為便於觀察,便準備四種不同內徑水管做此實驗,方便而不怕碎。

5、濃度為變因時,需配高濃度溶液,如何配置較環保?

避免造成過度污染方法如下:避免浪費,配置時,將 1.0M 溶液稀釋成 0.5M 及 0.1M。可免於使用過多化學藥品。使用時謹慎,避免潑灑出溶液,帶來多餘浪費。

6.為何使用恆溫槽?

因將兩杯燒杯同時放入恆溫槽加熱可使兩燒杯平均受熱而無兩杯燒杯溫度不同的誤差。

7、加熱時需注意什麼,溶液有何變化?

硫酸銅溶液加熱至約 40 度時,有混濁情形,至 60 度時,化學性質變化(變為綠色亞銅離子),影響實驗準確度,故應避免加溫至太高,因此我們實驗至 60 度便結束。

8、測電極面積時方法 A 和 B 何者較佳,為什麼?

理論上方法 B 較好。因方法 A 須考慮鋅、銅片是否固定好,準確性不足,而方法 B 無此問題,可確定其接觸到的面積。

9、為何改變電極性質時,可馬上見到電壓有顯著變化?

影響電壓的是物質特性(如活性),除電極性質,其他皆非討論物質特性,故電壓變化不明顯。而電流受電阻影響,電阻大電流小,電阻小電流大。實驗中多數變因均可影響銅、鋅離子反應,故其變化依實驗因素改變,易產生規律。

10、虹吸現象不是會造成溶液混合嗎?那為何做燒杯高度、水位或水位差異對電流電壓的影響?

93 年學測中有虹吸現象的題目,引起我們好奇,虹吸現象雖會使溶液混合,但是否也能使離子更易移動呢?故設計此實驗,讓虹吸現象的題目應用於鋅銅電池。

11、為何探討光源對電壓、電流的影響？

半導體矽能做太陽能電池材料,而鋅、銅為金屬,若用光源照射鋅、銅能否引起類似光電效應結果,讓電流加大?故以日光燈照射電極,照度計做分析,希望有新發現。

12.硝酸鉀非生活溶液,為何在生活溶液實驗時要測量?

一般鋅銅電池實驗中,均需使用硝酸鉀,故我們以硝酸鉀和生活溶液互作比較。

13、鋅銅電池果凍化構想為何?果凍化有何鹽橋沒有的優點?

參照乾電池結構:”為使電池方便攜帶使用,將電解液製成糊狀”。當鋅銅電池溶液非液體,直接接觸少掉鹽橋距離使反應速率增快。且以鹽橋作溝通電路時,有氣泡產生,影響準確度,而將果凍化電池則無此缺點。

14、測量時間若不同是否有差異?為何有差異?

大部分均有,依實驗類別有明顯變化。當鹽橋放進溶液時反應即開始,至拿起鹽橋中斷反應為止都持續著,測量時也不例外,故測量時間若不同,反應時間不同,反應結果有所差異。

15、實驗時,如何做才環保?實驗後,化學溶液要如何處理才恰當?

硫酸鋅、銅是重要主角,使鋅銅電池發電,但用量過多,卻會成為環保殺手。故須做適當處理,其中,硫酸銅處理法如下:

A 集中收集於廢液筒,待水分蒸發,剩硫酸銅晶體即可再利用,缺點發時間長,須極久時間才可完成。

B 將鋼絲絨加入硫酸銅,使鐵失去電子而成為亞鐵離子,銅離子得到電子,成為銅金屬,減少銅離子污染。

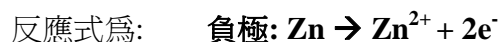


柒、結論

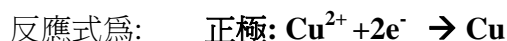
一、最早電池為伏打發明,當時設計是鋅、銀片夾著含食鹽水溼抹布,即電池。以後類似裝置即伏打電池。鋅銅片加電解質、鹽橋等,可讓燈泡發亮。雖已有不少關於伏打電池的實驗和研究報告,不過我們嘗試以更有創意、生活化方式呈現伏打電池,所得的結論陳述如後。動手做實驗的確能得到課本知識外的收穫。

二、從實驗中發現,置入鹽橋前,三用電表顯示電流為零,表示導線無電流通過;當鹽橋連接兩個燒杯的溶液,三用電表出現讀數,顯示有電流產生。U型管中硝酸鉀水溶液把兩種隔離的溶液聯繫,避免溶液混合,溝通電路,此裝置為鹽橋。除硝酸鉀水溶液外,一般以不和兩燒杯內溶液發生化學反應的中性鹽類電解質溶液為材料,如硝酸鈉水溶液。

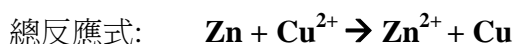
放入鹽橋後,硫酸鋅水溶液中的鋅片釋出電子,變成鋅離子(Zn^{2+})溶於水溶液,因此鋅片相當於負極,



由於硫酸鋅水溶液中正離子增加,於是鹽橋中的硝酸根離子(NO_3^{-})流向硫酸鋅水溶液,使溶液保持電中性,釋出的電子,由鋅片流入導線,經過三用電表,使三用電表出現讀數,然後達硫酸銅水溶液中的銅片。溶液中的銅離子(Cu^{2+})自銅片獲得電子,形成金屬銅析出,銅片相當於正極,



硫酸銅水溶液中正離子減少,鹽橋中的鉀離子(K^{+})流向硫酸銅水溶液,使溶液保持電中性整個電池內部所發生的化學反應可得



- 三、鹽橋封口材質屬玻璃紙效果最好，其孔隙適合讓鹽橋中離子穿透，而使燒杯內溶液形成電中性。若要塞棉花，約 0.2 克棉花效果最好。學校實驗可採玻璃紙為封口材料。鹽橋溶液若配成高濃度，可增大電流。鹽橋個數多、長度短、內徑大可讓電流增大。做電解質實驗時，若兩極距離愈近則愈易導電。將兩金屬片靠近鹽橋，發現兩者距離愈近，電流愈大。
- 四、硫酸鋅、銅濃度、溫度會影響電流變化。濃度大則易導電。溫度部分，不管何溶液溫度增高，電流皆變大。
- 五、電極種類、面積對結果影響也很大。兩電極分別使用不同金屬片，因金屬片對電子得失程度不同，而有不同氧化電位，經測試結果，鋅、銅組合造成電壓及電流都是最大，可驗證課本用鋅、銅做電極材料是合理的。電極面積部分，電極面積大，電壓、電流規律增加。
- 六、當硫酸銅、硫酸鋅溶液水量不同，或燒杯置放位置不同時，利用虹吸原理觀察導電現象，虹吸現象雖會使溶液混合，但在此實驗中卻產生規律性：硫酸銅溶液高於硫酸鋅溶液，電流越大，若硫酸鋅高度較高，電流越小。硫酸鋅、銅水量差異越多，電流卻越小。故實驗時水位需維持相等，才不至於產生誤差。
- 七、光源照射鋅、銅兩極時，距離越近，照度越大，電流越大，當電極與電解質在開放空間，可思考光源對電池的影響。
- 八、利用生活中常見水溶液為電解質或鹽橋，發現若此溶液為強電解質時，測出鋅銅電池的電流也會很大。
- 九、以洋菜粉將電解質果凍化製成半固態鋅銅電池，類似碳鋅電池易攜帶，且無電解液外漏情形，使鋅銅電池具實用性。由電極距離實驗使之與傳統鋅銅電池比較，發現若兩極距離近，則電流皆增大，但果凍電池電流為鋅銅電池之數百倍。
- 十、以果凍電池做串聯製成外形似三明治之電池。大大的增加電流，且更利於保存，更增加其實用性。電池設計如圖：



將硫酸鋅、銅果凍分開保存，使其不會因貼合產生擴散作用，使用時再連接起來，極具便利性！

壹、參考資料及其他

- 一、國民中學九年級下學期自然與生活科技課本。育成書局
- 二、國民中學三年級上學期理化課本(民國 89 年)。國立編譯館
- 三、國民中學九年級下學期自然與生活科技課本。康軒出版社
- 四、中華民國中小學科學展覽第二十一屆至三十屆優勝作品專輯國中組化學科合訂本。
國立台灣科學教育館編印
- 五、伏打電池

取自：http://content.edu.tw/junior/phy_chem/ty_/std/content/life/cph14/cphe1.htm

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 理化科

031614

鋅銅電池延伸探索之旅

臺北縣立五峰國民中學

評語：

1. 內容豐富。
2. 光照影響對鋅銅電池之影響宜更深入探討。