

放電指數

國中組化學科第三名

臺灣省嘉義縣私立協同高級中學 作者：賴彥蓉、張鈞弼、張家偉、陳立軒
指導教師：郭建載

一、研究動機

在實驗課做鋅銅電池的實驗時，我們發現所得的電流十分小，於是引起我們研究如何提高鋅銅電池的電流的興趣。

二、研究目的

改變鋅銅電池中硫酸銅溶液和硫酸鋅溶液的狀態，以求更高的電流。

三、研究設備

(一) 器材：

- | | |
|--------|----|
| 1.三用電表 | 四台 |
| 2.鱷魚夾 | 數條 |
| 3.U型管 | 一個 |
| 4.玻棒 | 兩支 |
| 5.燒杯 | 數個 |
| 6.脫脂棉花 | 一包 |
| 7.車棉布 | 一尺 |

(二) 藥品：

- | | |
|---------|--------------------------|
| 1.硫酸銅溶液 | 1M500mL |
| 2.硫酸鋅溶液 | 1M500mL |
| 3.硫酸鉀溶液 | 1M500mL |
| 4.鹽酸 | 6M300mL |
| 5.銅片 | 1.3x12cm ² 數片 |
| 6.鋅片 | 1.3x12cm ² 數片 |
| 7.中筋麵粉 | 數百克 |
| 8.吸水膠 | 數百克 |

*註：銅片和鋅片使用前先用鹽酸洗過。

四、研究過程

(一) 實驗 1

1. 對照組甲：

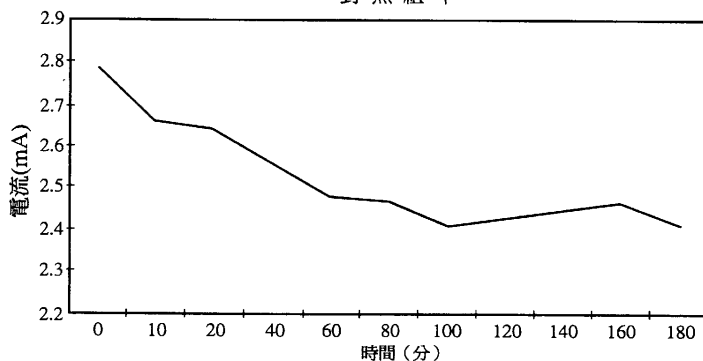
- (1) 取250ml之燒杯二個，分別加入CuSO₄溶液50ml和ZnSO₄溶液50ml，並分別放入銅片和鋅片。
- (2) 取U型管並裝滿KNO₃溶液，將二管口用棉花塞住。
- (3) 把U型管連接於二燒杯中。
- (4) 測量電壓和電流。

記錄 1：

- (1) 電壓：1.08伏特（持續不變）
- (2) 電流：

時間 (分)	0	10	20	40	60	80	100	120	140	160	180
電流 (mA)	2.79	2.66	2.64	2.55	2.48	2.47	2.41	2.42	2.44	2.46	2.41

對照組甲



2. 對照組乙：

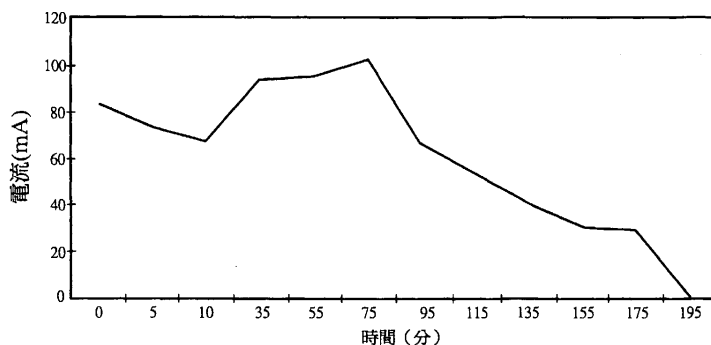
- ① 取燒杯一個，加入ZnSO₄溶液和CuSO₄溶液各50ml，並放入銅片和鋅片（銅片和鋅片的距離，用紙板固定為2cm）。
- ② 測量電壓和電流。

記錄 2：

- ① 電壓和電流：

時間 (分)	0	5	10	35	55	75	95	115	135	155	175	195
電流 (mA)	83.4	73.6	67.5	93.9	95.2	102.3	65.3	51.2	39.3	30.6	28.0	0.0
電壓 (V)	1.00	0.84	0.87	0.94	0.87	0.82	0.74	0.85	0.83	0.92	0.96	1.02

對照組乙



(二) 實驗 2

1. 實驗組甲：

- (1) 取燒杯二個，各加入 CuSO_4 溶液 50ml、80 克的麵粉和 ZnSO_4 溶液 50ml 和 80 克的麵粉。攪拌均勻。
- (2) 取另一燒杯，底部鋪層薄棉花，中間以一紙板將燒杯隔成兩半，一邊加入攪拌好的 CuSO_4 溶液，並放入銅片；另一邊放入攪拌好的 ZnSO_4 溶液，並放入鋅片（銅片和鋅片的距離用紙板固定為 2cm）。

(3) 測量電壓和電流：

記錄 3：

(1) 電壓：1.09 伏特（持續不變）

(2) 電流：

時間 (分)	0	5	10	15	35	45	65	85	105	125	145	165	185
電流 (mA)	38.0	36.0	36.2	32.9	25.6	25.3	25.0	24.3	24.6	24.9	25.1	25.2	25.4

2. 實驗組乙：

- (1) 除了改在 CuSO_4 溶液和 ZnSO_4 溶液各加入 40 克的麵粉外，其他步驟同實驗組甲。

記錄 4：

(1)電壓：1.08伏特（持續不變）

(2)電流：

時間 (分)	0	5	15	20	30	40	60	80	100	120	140	160	180
電流 (mA)	39.4	40.7	38.6	34.2	31.9	27.4	23.1	21.9	21.0	21.4	19.8	19.5	19.1

3.實驗組丙：

(1)除了改在CuSO₄溶液中加入80克麵粉、ZnSO₄溶液各加入40克的麵粉外，其他步驟同實驗組甲。

記錄5：

(1)電壓：1.09伏特（持續不變）

(2)電流：

時間 (分)	0	5	10	15	35	45	65	85	105	125	145	165	185
電流 (mA)	36.2	35.4	33.6	28.4	23.2	23.1	23.1	22.8	23.0	23.1	23.3	23.2	23.4

4.實驗組丁：

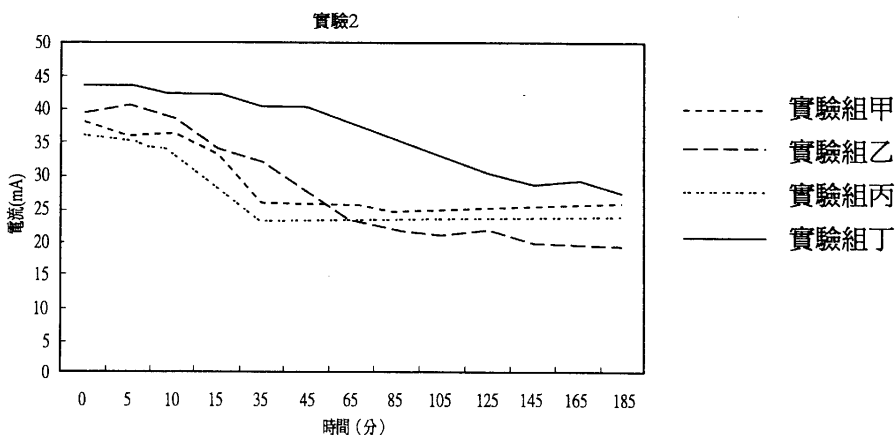
(1)除了改在CuSO₄溶液中加入40克麵粉、ZnSO₄溶液各加入80克的麵粉外，其他步驟同實驗組甲。

記錄6：

(1)電壓：1.09伏特（持續不變）

(2)電流：

時間 (分)	0	5	10	15	35	45	65	85	105	125	145	165	185
電流 (mA)	43.7	43.6	42.3	42.3	40.6	40.2	38.0	35.7	33.1	30.2	28.6	28.9	26.9



(三) 實驗 3

1. 實驗組戊：

- (1) 在 50ml 的 $ZnSO_4$ 中加入吸水膠，再將吸水膠放入車棉布縫製成的 $6 \times 7 \text{cm}^2$ 的袋子，放入鋅片，綁緊。
- (2) 在一燒杯中加入 $CuSO_4$ 溶液 50ml。把銅片和車棉布袋放入後（銅片和鋅片的距離用紙板固定為 2cm），測量電壓和電流。

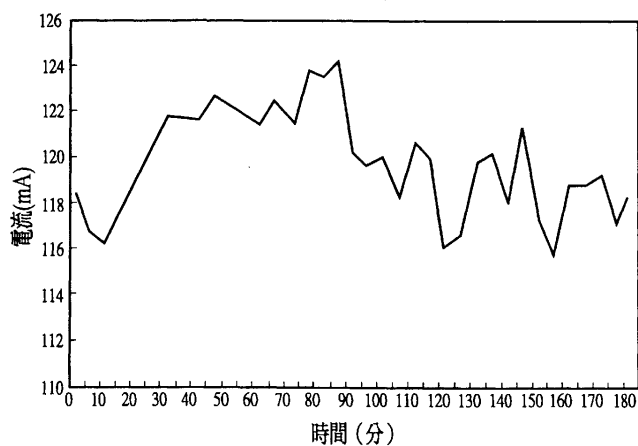
記錄 7：

(1) 電壓：1.00 伏特（持續不變）

(2) 電流：

時間 (分)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
電流 (mA)	118.5	116.7	116.2	117.4	118.8	120.3	121.8	121.7	121.6	122.6	122.4	122.0	121.4
時間 (分)	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
電流 (mA)	122.5	121.3	123.6	123.5	124.1	120.3	119.5	119.9	118.1	120.5	119.8	116.1	116.4
時間 (分)	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180		
電流 (mA)	119.6	120.0	117.9	121.2	117.1	115.6	118.6	118.6	119.1	117.0	118.3		

實驗組戊



2. 實驗組己：

- (1) 在 50ml 的 $CuSO_4$ 溶液中加入吸水膠，再將吸水膠放入車棉布縫製成的 $6 \times 7 \text{cm}^2$ 的袋子，放入銅片，綁緊。

(2)在一燒杯中加入ZnSO₄溶液50ml。把鋅片和車棉布袋放入後（銅片和鋅片的距離用紙板固定為2cm）測量電壓和電流。

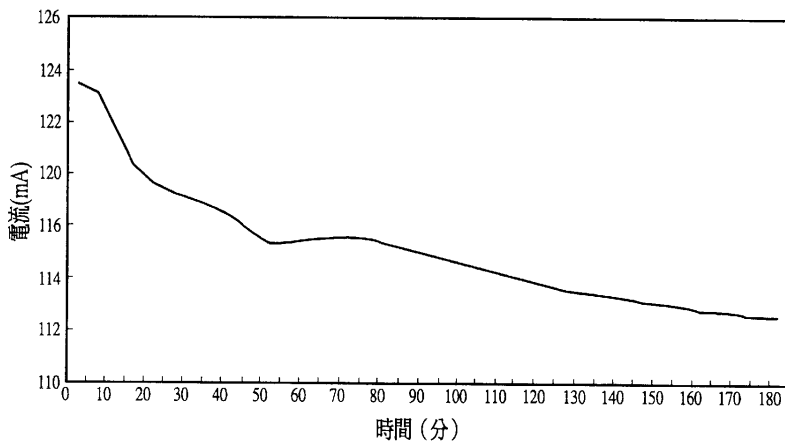
記錄 8：

(1)電壓：1.03伏特（持續不變）

(2)電流：

時間 (分)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
電流 (mA)	57.5	55.6	49.4	41.9	38.0	36.3	35.4	33.9	32.1	29.1	26.9	26.9	27.7
時間 (分)	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
電流 (mA)	28.0	27.9	27.6	26.9	25.9	24.8	23.7	22.8	21.6	20.8	20.2	19.4	18.6
時間 (分)	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180		
電流 (mA)	18.1	17.6	17.1	16.2	15.8	15.4	14.6	14.4	13.8	13.3	13.2		

實驗組己



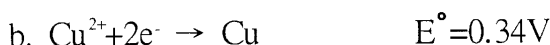
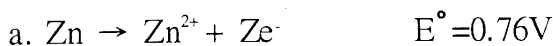
五、討論

(一) 對照組的意義：鋅銅電池的電流量應該有一個範圍，我們的實驗既然是要求得更高的電流量，基本上一定要高於對照組甲。到底鋅銅電池的電流量可達多高？我們猜測是將銅片和鋅片直接放置在同杯電解液時可達最高，但實驗後發現，這組的反應雖快，銅卻在鋅片上析出，使得電流量不如實驗組戊。

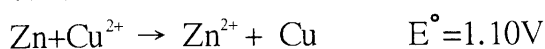
(二) 為什麼在ZnSO₄和CuSO₄溶液中加入麵粉？

這個構想來自乾電池。乾電池中將電解液加澱粉混為膠狀，這給了我們一個想法：既然鋅銅電池中，鹽橋帶來的電阻太大，且若將銅片和鋅片放在同一個電解液中，銅又會在鋅片上析出，使電流量下降，何不將ZnSO₄和CuSO₄溶液改成膠狀，這麼一來，接觸面積加大且又不會混在一起。

(三) 以鋅片和銅片為電極，標準氧化還原電位應為：



將式與 b 式相加得：



(四) 為什麼對照組乙的電壓不穩定？

因為銅在鋅片上析出，再加上鋅片同時也在反應溶化，所以電壓不穩定。

(五) 為什麼在實驗中，一開始可得到較大電流量，過不久便下降？

因為瞬間電極附近的離子夠多，反應速率快，但經一段時間後，電極附近的離子濃度減少，反應速率下降，電流量也隨之下降。

(六) 為什麼電流量下降至一定程度後，便不再下降？

因為反應速率大約等於擴散速率，所以電流量較為穩定。

(七) 為什麼實驗組戊的電流比實驗組己來得高且穩定？

在實驗組戊中吸水膠加鋅片包了起來，使得銅未在鋅片上析出，所以電流較高且穩定；實驗組己中，CuSO₄溶液仍會滲出去，使得銅在鋅片上析出，對電流的穩定度影響頗大。

(八) 吸水膠（聚丙烯酸）是種高分子的聚合物，吸水樹脂，一般用來做尿布。

六、結論

(一) 鋅銅電池的電流甚小，約有2mA。

(二) 鹽橋雖作為電流的橋樑，但因兩電極的距離甚遠，故為電流無法增大的障礙（速率瓶頸），故捨去鹽橋，將ZnSO₄和CuSO₄溶液改為膠狀，使它們接觸卻不混合，減少兩電極的距離，並使兩溶液的接觸面積加大，得到高出許多的電流。