

鋅銅電池之探討及改良

國中組化學科第一名

花蓮縣立國風國民中學

作者：楊馥菱、李旻穗、黃燕靜、謝明芸

指導教師：宋淑貞、溫開俊

一、研究動機

按理化課本22-3鋅銅電池實驗步驟進行實驗時，所產生的電流很小，尚未達1 mA，此現象引起我們進一步研究的興趣，因此希望能改進實驗，使伏特電池更簡便、更持久，且得一更大的電流。

二、研究目的

(一)能增加電池的電流(二)能提高電池的電壓(三)能延長電池的壽命。

三、研究器材與藥品

- 1.硫酸銅
- 2.硫酸鋅
- 3.硝酸鉀
- 4.硝酸鈉
- 5.硝酸銨
- 6.氯化鉀
- 7.氯化鈉
- 8.澱粉
- 9.洋菜
- 10.愛玉
- 11.鋅片
- 12.銅片
- 13.U型管
- 14.伏特計
- 15.安培計
- 16.毫安培計
- 17.三用電表
- 18.燒杯(250ml)

四、研究過程及方法

(一)影響鋅銅電池電流各種變因之探討：

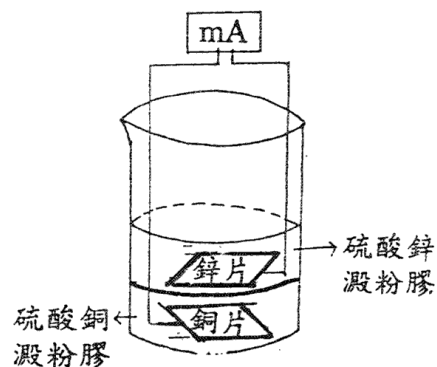
〔實驗一〕：對照實驗（課本實驗）

銅片、鋅片(3×5cm²)

鹽橋含0.1 M KNO₃(aq)

CuSO₄(aq)及ZnSO₄(aq)均為0.1M

兩燒杯距離3公分



結果：電流0.7mA，電壓0.78V

〔實驗二〕：硫酸鋅溶液及硫酸銅溶液的濃度對電流的影響

1. 步驟：裝置如對照實驗，鋅片銅片為3×5cm²，鹽橋為1M KNO₃(aq)，CuSO₄(aq)及ZnSO₄(aq)同時改變為0.2M，0.4M，0.6M，0.8M，1.0M，

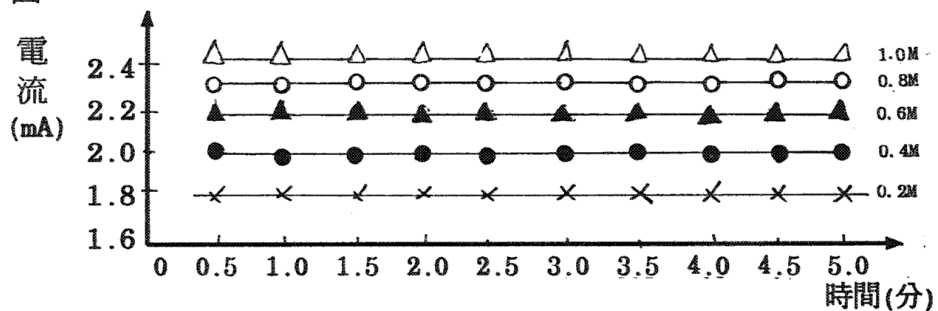
每隔30秒測其電流及電壓。

2. 結果：以數據及圖示之

表一

[CuSO ₄] [ZnSO ₄]	時間 (分)										電壓 V
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
0.2M	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0.80
0.4M	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.80
0.6M	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	0.82
0.8M	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2	0.82
1.0M	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	0.82

圖一



3. 結論：硫酸鋅溶液與硫酸銅溶液濃度愈大，電流也愈大，但變化量並不大。

〔實驗三〕：鋅片銅片面積大小對電流的影響

1. 步驟：裝置如對照實驗，鹽橋為1M KNO₃(aq)，CuSO₄(aq)，ZnSO₄(aq)

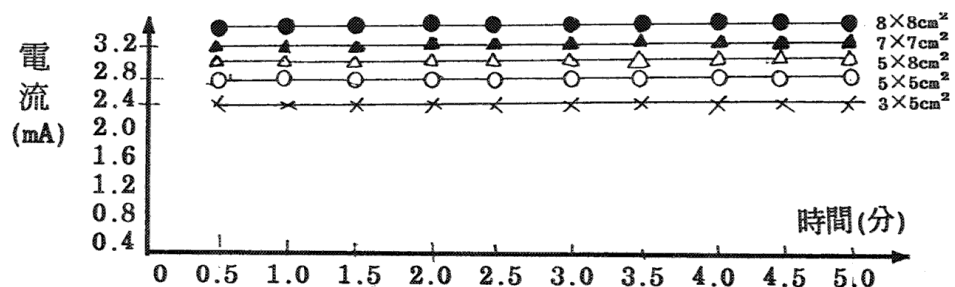
均為1M，鋅片銅片的面積分別為3×5cm²，5×5cm²，5×8cm²，7×7cm²，8×8cm²

2. 結果：以表圖示之

表二

鋅片、銅片 面積、(cm ²)	時間 (分)										電壓 V
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
3×5	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	0.82
5×5	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	0.82
5×8	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.82
7×7	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	0.82
8×8	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	0.82

圖二



3. 結論：鋅片銅片面積變大，電流亦隨之加大

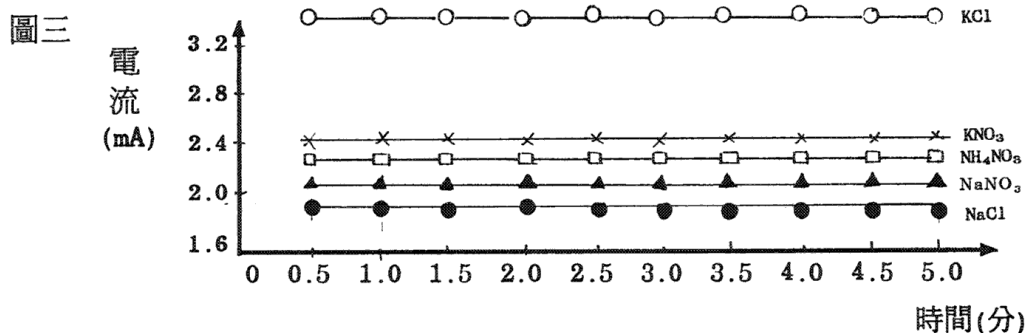
〔實驗四〕：鹽橋溶液的種類對電流的影響

1. 步驟：裝置如對照實驗，銅片鋅片為 $3 \times 5 \text{cm}^2$ ， $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ， $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$ ， $\text{KNO}_3(\text{aq})$ ， $\text{KCl}(\text{aq})$ ， $\text{NaNO}_3(\text{aq})$ ， $\text{NaCl}(\text{aq})$ ， NH_4NO_3 均為 1M

2. 結果：

表三

電解質種類	時間 (分)										電壓 V	
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0		
KNO_3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	0.82
KCl	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	0.82
NaCl	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.82
NaNO_3	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	0.82
NH_4NO_3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	0.82



3. 結論：分別以 1M 的溶液為鹽橋時，所產生的電流：氯化鉀 $>$ 硝酸鉀 $>$ 硝酸鉍 $>$ 硝酸鈉 $>$ 氯化鈉

〔實驗五〕：鹽橋中溶液的濃度對電流的影響

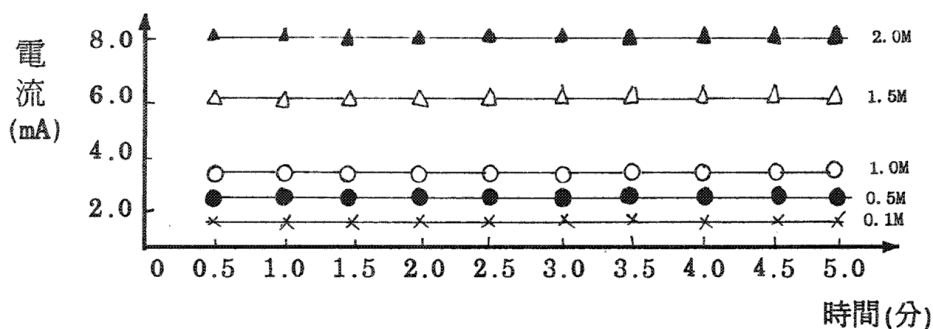
1. 步驟：裝置如對照實驗， $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ， $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$ 為 1M ，鋅片銅片 $3 \times 5 \text{cm}^2$ ，另配製 0.1M ， 0.5M ， 1.0M ， 1.5M ， 2.0M 的 $\text{KNO}_3(\text{aq})$

2. 結果：以表圖示之

表四

電解質 KNO_3 濃度	時間 (分)										電壓 V	
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0		
0.1M	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.82
0.5M	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.82
1.0M	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	0.82
1.5M	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	0.82
2.0M	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	0.82

圖四



3. 結論：分別以0.1M，0.5M，1M，1.5M，2.0M的硝酸鉀溶液為鹽橋時，所產生的電流強度隨濃度之增加而增加。

討論：由實驗二，三，四，五可知道鹽橋中溶液的濃度對電流的影響較大，因而想消除鹽橋對電流所產生的限制，而取消鹽橋，下面是幾種改良方法。

(二) 改良實驗：經由課本內容中的一段話：離子在糊狀物中與在液體中的導電情況相同，再加上電視上的「布丁廣告」，啟發我們的靈感，而有下列幾種改良實驗。

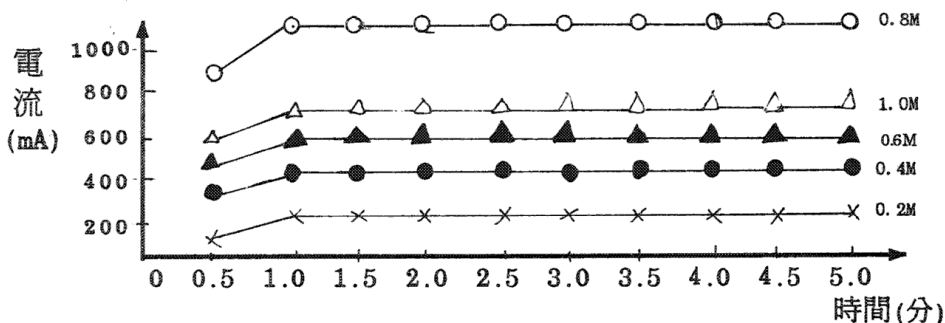
改良一：澱粉膠電池

1. 步驟：(1)取CuSO₄，ZnSO₄適量各加入12g澱粉加熱配成0.2M，0.4M，0.6M，0.8M，1.0M的膠狀溶液100ml
- (2)將CuSO₄澱粉膠置於下方，等冷卻再倒入ZnSO₄澱粉膠，分別插入銅片鋅片為電極。
- (3)接通電路每30秒測一次電流電壓

表五

[CuSO ₄] [ZnSO ₄]	時間 (分)										電壓 V
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
0.2M	182	240	240	240	240	240	240	240	240	240	0.80
0.4M	410	430	430	430	430	430	430	430	430	430	0.88
0.6M	560	590	590	590	590	590	590	590	590	590	0.90
0.8M	900	970	970	970	970	970	970	970	970	970	0.98
1.0M	600	600	620	620	620	620	620	620	620	620	0.88

圖五



3. 結論：此實驗所得電流均比對照實驗提高甚多

[ZnSO₄] [CuSO₄] 0.2M時 電流增加343倍
 0.4M時 電流增加614倍
 0.6M時 電流增加843倍
 0.8M時 電流增加1386倍
 1.0M時 電流增加886倍

改良二：洋菜膠電池

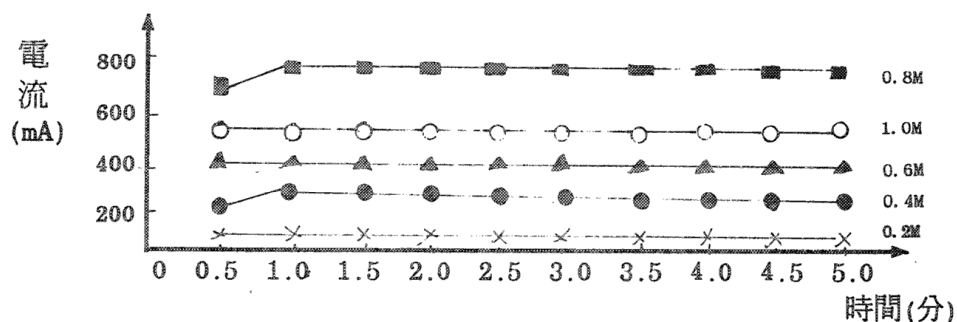
1. 步驟：(1)稱取5g洋菜，加入495g蒸餾水中，加熱使溶成1%洋菜溶液。
 (2)分別稱取適量CuSO₄、ZnSO₄各以1%洋菜溶液配成0.2M，0.4M，0.6M，0.8M，1.0M 100ml，再分別置入銅、鋅片。
 (3)待CuSO₄洋菜膠凝成膠狀，再倒入ZnSO₄洋菜膠。
 (4)接通電路每30秒測一次電流電壓。

2. 結果：以表圖示之

表六

[CuSO ₄] [ZnSO ₄]	時間 (分)										電壓 V
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
0.2M	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	0.86
0.4M	220	230	230	230	230	230	230	230	230	230	0.86
0.6M	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410	0.86
0.8M	680	710	710	710	710	710	710	710	710	710	0.90
1.0M	465	465	465	465	465	465	465	465	465	465	0.84

圖六



3. 結論：(1)洋菜的存在會妨礙硫酸銅，硫酸鋅的溶解量，故所得電流比「澱粉膠電池」的電流小，但仍比對照實驗大出許多。
 (2)所得電流相當穩定。

五、討 論

(-)課本中鋅—銅電池所產生的電流甚小，不到1mA。

- (二)由實驗得知，電流隨 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ ， $\text{ZnSO}_4(\text{aq})$ 的濃度增加而增加，但差距並不大，鹽橋的濃度、種類均會影響電流的大小，且發現鹽橋的存在是造成電流很小的主要原因。
- (三)在改良實驗中以澱粉膠電池電流最大，其中又以 ZnSO_4 ， CuSO_4 的澱粉膠在0.8M時的電流最大。
- (四)鹽橋的功能為避免兩溶液互相混合，把兩種隔離的溶液聯繫起來而作為電流的橋樑，而澱粉膠、洋菜膠電池為不用鹽橋可使兩電極板的距離最短，兩溶液接觸面積達到最大，並可避免兩溶液混合，因此電流大為增加，可推小馬達，若要得到較高的電壓，只要串聯此裝置，即可點亮小燈泡，且裝置方便，可提高學生的學習興趣。

評語

優點：

- 1.構想正確、思考周詳，因此能找出電池化學反應之速率瓶頸，控制於鹽橋傳遞電子速度。
- 2.使用方法效率高，以膠體固定兩電解液之方式，確實能使兩電解液有最大接觸面，卒能有極佳的研究成果。
- 3.實驗結果明顯，電流之增加高達千倍，證實此構想確實有效。

待改進：

目前之洋菜流動性太高，不適宜動，可設法增加膠體黏度，如增加洋菜濃度，或用其他膠體。