

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國中-化學科

科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：凍袂條 ~ 鋅銅電池之改進實驗

關鍵詞：

編 號：030221

學校名稱：

高雄縣立阿蓮國民中學

作者姓名：

魏鳳萱、陳建法、李瓊雯、張簡雅菁

指導老師：

蔡昭宏、謝蔚諮



凍 袂 條 ~ 鋅 銅 電 池 之 改 進 實 驗

壹、摘要

由理化課本 14-1 節中的鋅銅電池實驗，了解電池的基本原理，但是按照課本裡的實驗步驟進行實驗時，所量測到的電流大小不及 1mA(而且數字讀取不易)，以及，課本所提的銅原子析出及鋅原子解離的現象也都不易觀察。

藉由本實驗，探討出影響鋅銅電池電流大小的因素，主要控制於鹽橋傳遞電子的速度，於是進一步改進課本的實驗裝置，不僅使電流增加高達千倍，並且也明顯地觀察到，正(負)極裡原子析出(解離)的結果。

貳、研究動機

從理化 8-4 節中學到摩擦起電的現象,知道了物體帶電的原因，此現象不禁讓我們想到一個問題：那電池裡的電又是怎麼來的呢?在老師的說明之下，知道在三年級的時候，我們才會學到電池的原理，但是為了滿足自己的好奇心，我們便要求老師指導我們去做 14-1 節的鋅銅電池實驗。

按照課本實驗步驟去進行實驗時，用(毫)安培計量測的電流大小都不到 1mA(而且數字讀取不易)，而且，銅原子析出及鋅原子解離的現象也都不易觀察，於是這樣的實驗結果，燃起了我們更進一步了解並改進此實驗的興趣。

參、研究目的

- 一、探討影響鋅銅電池電流大小的因素。
- 二、根據上述探討出來的因素，改進課本的實驗設備，以提升其電流大小。
- 三、由改進的實驗中觀察出正(負)極中，銅原子析出(鋅原子解離)的結果。

肆、研究設備、器材與藥品

硫酸銅、硫酸鋅、硝酸鉀、稀鹽酸、氯化鉀、氯化氫、氫氧化鈉、氯化鈉、洋菜粉、愛玉粉、甘藷粉、培養皿、碼表、鋅片、銅片、U 型管、燒杯、三用電表。

伍、研究過程或方法

- 一、實驗一：對照組實驗(課本 14-1 節鋅銅電池實驗)

(一)實驗材料

藥 品	硫酸鋅(aq)	硫酸銅(aq)	硝酸鉀(aq)	鋅片、銅片
莫耳濃度	0.1M	0.1 M	1.0 M	3 × 5 cm ²

表 1.

- (二)實驗步驟：按照課本實驗裝置與步驟進行實驗，量測電流大小並觀察鋅片與銅片的變化。

- (三)實驗結果：如下表所示。

時間(分)	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
電流(mA)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.76	0.75

表 2.

- (四)實驗討論：1.量測所得的電流平均值大小為 0.75 毫安培。
2.鋅片上的變化並不明顯，而銅片上只有微量的銅析出。

二、實驗二：探討硫酸鋅、硫酸銅溶液莫耳濃度與電流大小的關係。

(一)實驗材料：

藥品	硫酸鋅(aq)	硫酸銅(aq)	硝酸鉀(aq)	鋅片、銅片
莫耳濃度	0.2M~1.0 M	0.2M~1.0 M	1.0 M	3 × 5 cm ²

表 3.

- (二)實驗步驟：依序同時改變硫酸鋅、硫酸銅溶液莫耳濃度，量測其電流大小。

- (三)實驗結果：如下列表格與圖形所示。

電流(mA) 濃度(M)	時間 (分)					
	2	4	6	8	10	12
0.2 M	2.91	2.80	2.78	2.80	2.81	2.86
0.4 M	3.29	3.29	3.15	2.96	2.97	2.99
0.6 M	3.37	3.25	3.16	3.10	3.06	3.04
0.8 M	3.47	3.26	3.15	3.07	3.04	3.01
1.0 M	3.63	3.51	3.46	3.44	3.42	3.40

表 4.

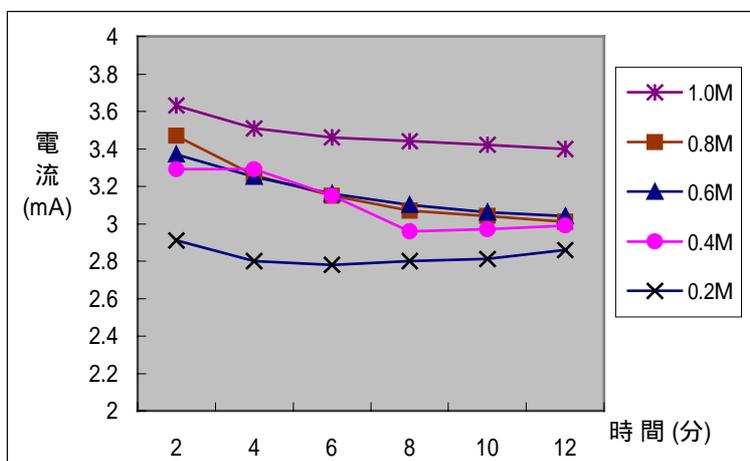


圖 1.

- (四)實驗討論：1.從實驗裡觀測到，硫酸鋅與硫酸銅溶液莫耳濃度愈高，電流也愈強。
2.隨著溶液濃度的增加，觀測到的電流也愈趨穩定。

三、實驗三：探討鹽橋溶液的種類與電流大小的關係。

(一)實驗材料：

藥品	硫酸鋅(aq)	硫酸銅(aq)	鹽橋種類				鋅片、銅片
			稀鹽酸	氯化鉀	氫氧化鈉	氯化鈉	
莫耳濃度	1.0 M	1.0 M	1.0 M	1.0 M	1.0 M	1.0 M	3 × 5 cm ²

表 5.

(二)實驗步驟：依照實驗二.之結果，控制硫酸鋅 硫酸銅與鹽橋溶液莫耳濃度為 1M。改變鹽橋內的鹽類，觀測其電流大小。

(三)實驗結果：如下列表格與圖形所示。

鹽類 \ 電流 (mA)	時間 (分)						
	1	2	3	4	5	6	7
稀鹽酸 (1M)	3.87	3.94	3.90	4.00	4.00	3.95	3.96
氯化鉀 (1M)	4.16	4.06	4.00	3.94	3.92	3.90	3.89
氫氧化鈉(1M)	6.77	6.70	6.58	6.51	6.41	6.31	6.22
氯化鈉 (1M)	3.85	3.76	3.70	3.67	3.67	3.60	3.58

表 6.

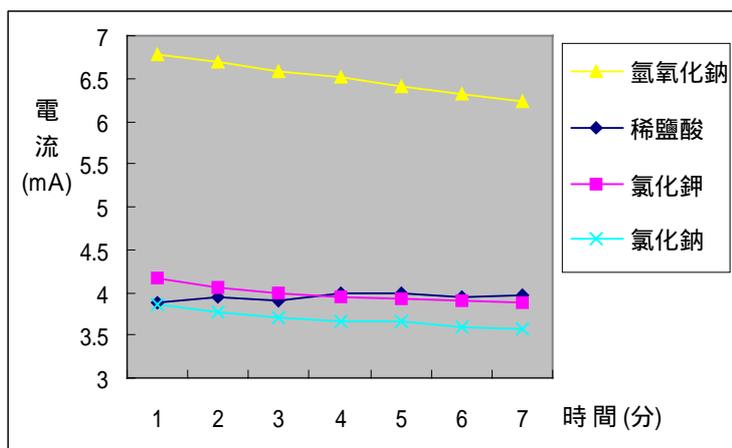


圖 2.

- (四)實驗討論：
1. 總共試驗了其他四種濃度相同的(鹽橋)鹽類，分別是稀鹽酸、氯化鉀、氫氧化鈉與硝酸鉀溶液。觀測到的電流大小的依序是：氫氧化鈉>稀鹽酸>氯化鉀>氯化鈉。而且每種鹽類的電流大小均大於對照組內(硝酸鉀)鹽類的電流。
 2. 但是，以氫氧化鈉溶液做為鹽橋鹽類時，因氫氧化鈉溶液會使棉花碎掉，而且會產生沉澱物。所以，以下實驗不用氫氧化鈉溶液做為鹽橋內鹽類。
 3. 以稀鹽酸溶液做為鹽橋鹽類時，稀鹽酸溶液易漏出，在負極與鋅片反應產生氫氣；在正極與銅片反應產生銅綠。所以，以下實驗不用鹽酸溶液做為鹽橋內鹽類。
 4. 最後，以氯化鉀溶液替代對照組內的硝酸鉀溶液，繼續下列各實驗。



圖 3. 氫氧化鈉溶液做為鹽橋鹽類時，靠近硫酸銅溶液的棉花上會產生沉澱物。

四、實驗四：探討鹽橋內，鹽類狀態與電流大小的關係。

(一)實驗材料：

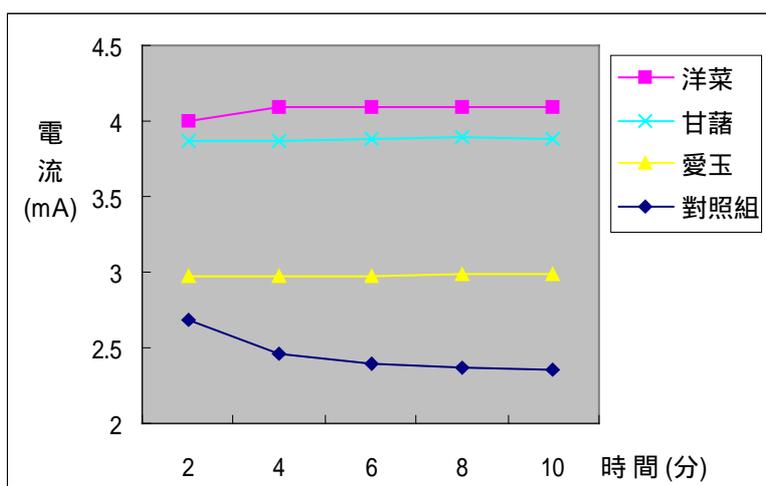
藥品	硫酸鋅(aq)	硫酸銅(aq)	氯化鉀(aq)	膠態原料			鋅片、銅片
				洋菜粉	愛玉粉	甘藷粉	
莫耳濃度	1.0 M	1.0 M	1.0 M	2 g	2 g	2 g	3 × 5 cm ² 表 7.

(二)實驗步驟：依照實驗三之結果，控制硫酸鋅、硫酸銅與氯化鉀溶液莫耳濃度為 1M。分別在 50cc 的鹽橋溶液內，加入不同的膠態原料，使鹽橋溶液經加熱之後，分別灌入 U 型管中，形成膠態鹽橋，觀測其電流大小。

(三)實驗結果：如下列表格與圖形所示。

鹽橋 \ 電流(mA)	時間 (分)				
	2	4	6	8	10
未加膠態原料	2.69	2.46	2.40	2.37	2.35
洋菜	4.00	4.09	4.09	4.09	4.09
愛玉	2.98	2.97	2.98	2.99	2.99
甘藷	3.87	3.87	3.88	3.89	3.88

表 8.



(四)實驗討論：1.四種鹽橋狀態的導電效果：洋菜膠 > 甘藷膠 > 愛玉膠 > 未加任何膠態原料(對照組)。由此可見，膠態鹽橋導電效果優於液態鹽橋。
2.根據上述結果，我們將以洋菜膠鹽橋取代原本的液態鹽橋，以提昇電池的電流大小。

五、討論：(一)以目前的實驗裝置與材料(即洋菜膠鹽橋)，量測到的電流大小約為課本對照組的 5.5 倍，由此可知，硫酸鋅-硫酸銅溶液的濃度、鹽橋內鹽類種類與鹽橋的狀態的改變對電流大小的影響效果，仍屬有限。

(二)經由課本裡的一段話：U 型管的硝酸鉀水溶液把兩種隔離的水溶液聯繫起來以溝通電路，稱為鹽橋。……。沒有鹽橋，電池便不能發生反應，不產生電流，所以鹽橋是電流的橋樑。從中，我們得到了一些靈感：

1. 如果將鹽橋個數增加，是否可以增加鹽橋內離子移動的範圍，進而提昇電流大小？
2. 如果將鹽橋的長度縮短，是否可以縮短離子在鹽橋內移動的時間，進而達到提昇電流的目的？

因此，有下列幾種改進實驗。

六、實驗五：探討鹽橋個數與電流大小的關係。

(一)實驗材料：

藥品	硫酸鋅(aq)	硫酸銅(aq)	氯化鉀(aq)	膠態原料 洋菜粉	鋅片、銅片
莫耳濃度	1.0 M	1.0 M	1.0 M	2 g / 個	3 × 5 cm ²

表 9.

(二)實驗步驟：依照實驗四.之結果，逐漸增加洋菜膠鹽橋的個數，量測其電流大小。

(三)實驗結果：如下列表格與圖形所示。

鹽橋個數 \ 電流(mA)	時間 (分)				
	1	2	3	4	5
1	4.00	4.09	4.09	4.09	4.09
2	7.59	7.60	7.62	7.64	7.63
3	10.12	10.11	10.11	10.12	10.12

表 10.

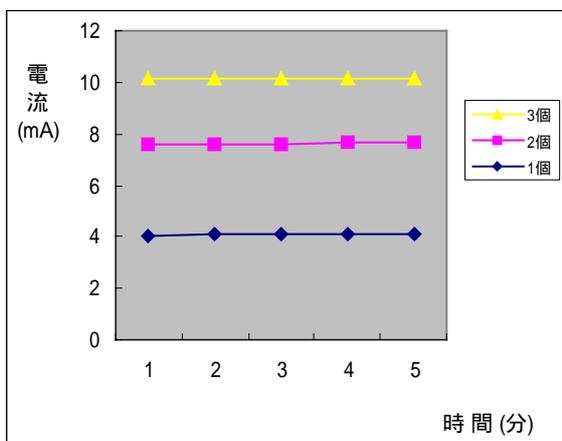


圖 5.

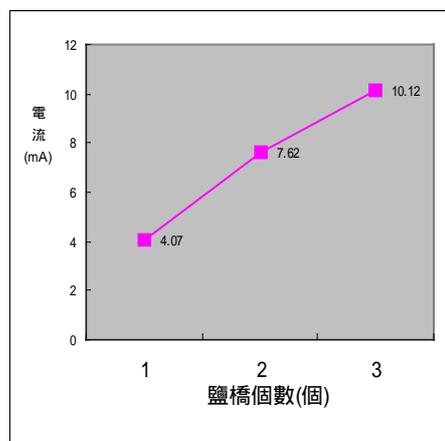


圖 6.

(四)實驗討論：由實驗結果可看出，電流大小與鹽橋個數成正比，亦即電流大小與鹽橋截面積成正比。



圖 7. 鹽橋個數為 3 個時，量測其電流大小。

七、實驗六：探討鹽橋長度與電流大小的關係。

(一)實驗材料：

藥品	硫酸鋅(aq)	硫酸銅(aq)	氯化鉀(aq)	膠態原料	鋅片、銅片
				洋菜粉	
莫耳濃度	1.0 M	1.0 M	1.0 M	8 g	3 × 5 cm ²

表 11.

(二)實驗步驟：1.依據實驗五之結果，本實驗一方面將朝向增加鹽橋截面積以提昇電流大小；另一方面則設法縮短鹽橋長度，以探討鹽橋長度與電流大小的關係。

2.三明治電池裝置：

(1)實驗裝置圖如下圖所示。各取 50cc 硫酸鋅、硫酸銅和氯化鉀溶液，分別加入 2 克、2 克與 4 克的洋菜，加熱使成膠態。

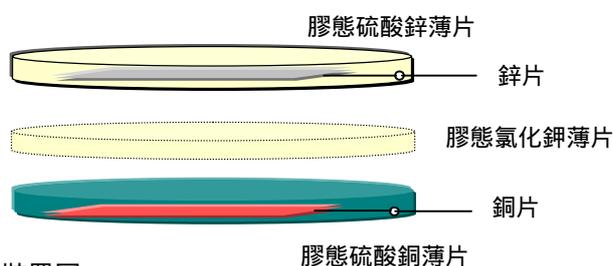


圖 8.實驗裝置圖。



圖 9. 加熱膠態溶液與培養皿加工。

- (2)將上述硫酸銅膠態溶液倒入預先加工過的培養皿中(即打洞-穿導線-連接銅片)，必須確定銅片完全包覆在膠態溶液中，待冷卻後形成厚度為 6.0mm 薄片。
- (3)同上述步驟，先將硫酸鋅膠態溶液倒入另一個深度較深的培養皿中(厚度為 6.0mm)，等硫酸鋅膠態溶液冷卻定型之後，再倒入氯化鉀膠態溶液(厚度約為 6.0mm)。
- (4)由於硫酸銅膠定型的速度較慢，所以可以趁其凝固之前，將步驟(3)中的雙層薄片加蓋在硫酸銅薄片上，使所有的材料都可以被包覆在培養皿中。

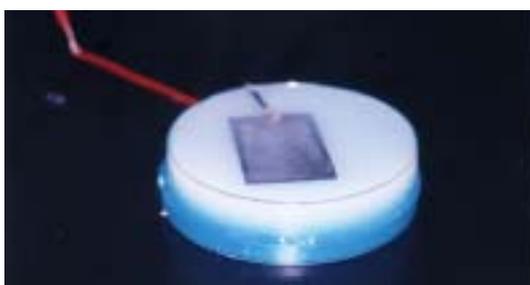


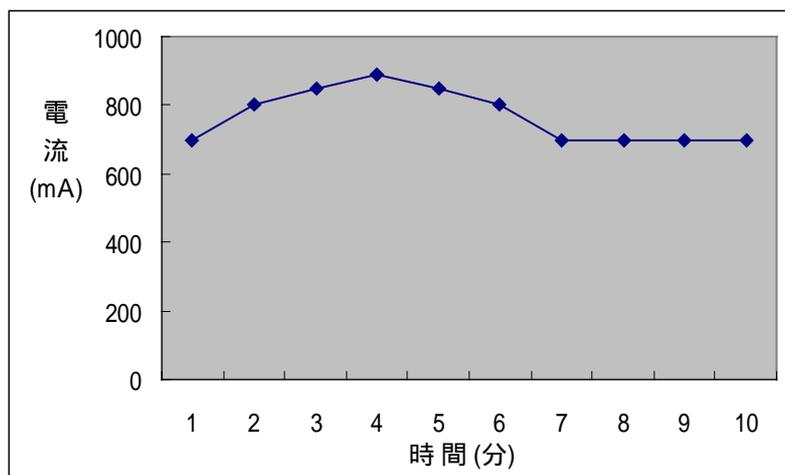
圖 10. 三明治電池裝置。

(5)將上述實驗裝置與毫安培計連接，觀測其電流大小。

(三)實驗結果：如下列表格與圖形所示。

時間(分)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
電流(mA)	700	800	850	890	850	800	700	700	700	700

表 12.



- (四)實驗討論：1.透過此改良式的實驗裝置，如期地增加鹽橋的表面積並縮短了鹽橋的長度，使得電流顯著地增加了將近一千倍。此電流大小可以使負載的小燈泡發亮，維時 30 分鐘。
- 2.實驗完畢之後，在銅片上，明顯地觀察到紅色銅原子析出的現象；鋅片附近則有鋅析出之後所形成的銀灰色粉狀物。

陸、結論

- 一、在課本 14-1 節中的鋅銅電池實驗中，所量測到的電流大小均不及 1mA，而且，銅原子析出及鋅原子解離的現象也都不明顯。
- 二、由本實驗了解硫酸鋅-硫酸銅溶液的濃度、鹽橋內鹽類種類與鹽橋的狀態對電流大小具有影響作用，但是其影響程度有仍然有限。
- 三、藉由改進實驗裝置-增加鹽橋的表面積並縮短了鹽橋的長度，使得鋅銅電池的電流顯著地增加了將近一千倍，因此，更進一步地了解影響鋅銅電池電流大小的因素，主要控制於鹽橋傳遞電子的速度。
- 四、改進實驗中，不僅觀測到電池的電流增加高達千倍，並且也明顯地在銅片上，觀察到紅色銅原子析出的現象；鋅片附近則有鋅析出之後所形成的銀灰色粉狀物。
- 五、改進之後的鋅銅電池可以使負載的小燈泡發亮，維時 30 分鐘。若要讓燈泡的亮度再增加，則可以再串接另一個同樣的電池，以提高其亮度並提昇大家做實驗的樂趣。

柒、參考資料

- 一、國立編譯館，國中理化教科書第三冊
- 二、花蓮縣立國風國中，第三十三屆科學展覽作品：鋅銅電池之探討與改良。