

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 化工、衛工及環工科

第三名

091105

電池的深入探討及廢電池的應用

國立嘉義高級工業職業學校

作者姓名：

職二 譚慰慈 職二 李宛蕙 職二 李宛璇  
職二 李芳誼

指導老師：

黃勝明 蔡榮政

## 摘要

一、由指針偏轉方向可知，相同電極時，電解質濃度低的一邊是陽極，濃度高的一邊是陰極，而且濃度差愈大，電流愈大。

二、一般而言，任何一個濃度差電池，我們能寫出下面的公式：

$$E = E^{\circ} - 0.059 / n * \log[M^{n+}]_{\text{稀}} / [M^{n+}]_{\text{濃}}$$

三、不同電極時：

(一)如果陽極電解質的濃度大於陰極電解質的濃度時，則電流隨著陰極電解質的濃度減少而電流減少，且兩電解質的濃度差愈大，電流愈小。

(二)如果陽極電解質的濃度小於陰極電解質的濃度時，則電流隨著陽極電解質的濃度減少而增加，且兩電解質的濃度差愈大，電流愈大。

四、由第三點可知，純就Zn-Cu電池來講，要使電流加大，則需ZnSO<sub>4</sub>的濃度小於CuSO<sub>4</sub>的濃度且兩者濃度差愈大愈好。

五、由指針偏轉方向可知，相同電極、相同濃度的電解質時，溫度高的一邊是陽極，溫度低的一邊是陰極，而且溫度差愈大，電壓愈大，電流愈大。

六、不同電極，但電解質濃度相同時，陽極電解質的溫度大於陰極電解質的溫度，或陰極電解質的溫度大於陽極電解質的溫度，對電流影響都不大。

七、由第六點可知，純就 Zn-Cu 電池來講，要使電流加大則溫度影響不大。

八、棉線鹽橋產生的內電阻，和棉線鹽橋長度有正變的關係，和棉線鹽橋截面積成反變關係。

九、由第八點可知，純就 Zn-Cu 電池來說，要使電流加大，則鹽橋長度要短，與溶液接觸面積要大。

十、廢電池不必急著丟掉，隔一段時間可再使用，或底部挖洞浸鹽水，再用蠟燭油密封，可使用一段時間，或在酒精燈旁烤一下，即可再使用兩三次。

十一、廢電池真的不能用了，拆開裡面有碳棒、鋅殼、電解質，可再利用:

(一)碳棒:做電解水、電解 $\text{CuSO}_4$ 的電極。

(二)鋅殼:可做 Zn-Cu 電池的鋅極，或可作為改良式的 Zn-Cu 電池。

(三)電解質:包括 $\text{MnO}_2$ 、 $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、碳粉，其混合可作為  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  的催化劑，可作為  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  的氧化劑。

十二、本次研究內容，不像以前全國科展如何增加 Zn-Cu 電池的電流、電壓，我們只是探討課文的文字敘述及廢電池的再利用。

十三、應用實驗：

(一)製作出一棵不必插電，卻能閃閃發亮的聖誕樹

(二)探討電線著火，不能用水滅火的道理

## 壹、研究動機

一、普化第二冊第八章氧化還原反應中寫到:

(一)當兩銅片置於濃度不同的 $\text{CuCl}_2$ 中，中間有鹽橋間隔，銅片之間有導體相連，可形成一電池系統，但到底是陽極濃度高呢?或陰極濃度高?或兩者皆可?

(二)金屬種類與電解質濃度均相同，可是電解質溫度卻不同時，會造成電位差，因而產生電流。但到底是陽極溫度高呢?或陰極溫度較高?或兩者皆可?

二、電阻是指導體阻止電流流通的性質。導線的電阻與長度成正比，與截面積成反比。電池若無負載下，整個電路的電阻取決於內電阻，而內電阻來自電解質及鹽橋，因電解質的電阻是固定的，因此鹽橋的電阻是否和導線一樣與長度成正比與截面積成反比?

三、本班教室有收集廢電池的塑膠桶。每當經過，就思起廢電池再利用的念頭，決心做做看。

## 貳、研究目的

- 一、探討濃差電池的現象
- 二、探討溫差電池的現象
- 三、探討電池的鹽橋其內電阻與長度截面積的關係
- 四、探討廢電池的再利用
- 五、應用實驗：
  - (一)製作出一棵不必插電，卻能閃閃發亮的聖誕樹
  - (二)探討電線著火，不能用水滅火的道理

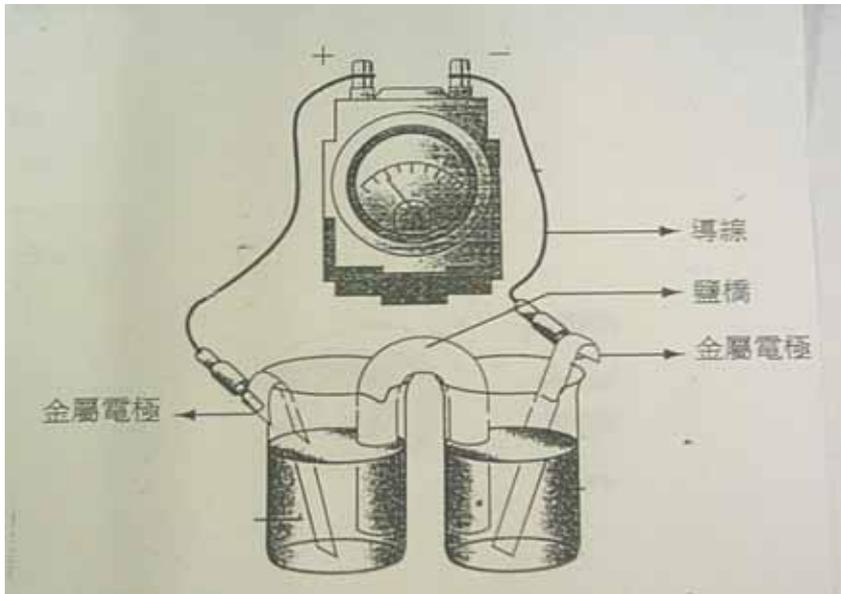
## 參、研究器材設備

硫酸銅、硫酸鋅、硝酸鉀、氯化銨、燒杯、酒精燈、棉線、棉布、三用電錶、碳棒、鋅片、銅片、廢電池、樹葉、分液漏斗。

## 肆、研究方法

### 一、探討濃差電池的現象

#### (一)實驗裝置圖



#### (二)實驗步驟

- 1.將酒精燈棉線浸入 0.5M的 $\text{KNO}_3$ 中取出備用
- 2.酒精燈棉線當鹽橋，各浸入溶液中 3 公分。
- 3.用三用電錶測電流大小

#### (三)實驗結果

##### [相同電極]

Cu	$\text{CuSO}_4$	1.00M	0.50M	0.25M	0.125M	0.0625M	0.03125M
Cu	$\text{CuSO}_4$	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M
電流(mA)		0	0.062	0.072	0.079	0.088	0.092

##### [不同電極]

Zn 片	$\text{ZnSO}_4$	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M
Cu 片	$\text{CuSO}_4$	1.00M	0.50 M	0.25M	0.125M	0.0625M	0.03125M
電流(mA)		0.818	0.806	0.801	0.729	0.780	0.758
電壓(V)		1.00V	0.98V	0.97V	0.95V	0.92V	0.90V

##### [不同電極]

Zn 片	$\text{ZnSO}_4$	1.00M	0.5 M	0.25M	0.125M	0.0625M	0.03125M
Cu 片	$\text{CuSO}_4$	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M	1.00M
電流(mA)		0.816	0.829	0.836	0.844	0.888	0.8920
電壓(V)		1.00V	0.01V	1.09V	1.11V	1.12V	1.14V

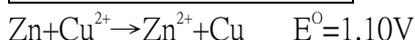
#### (四)實驗討論

1.由三用電錶指針可知(指針的方向爲電子流)相同的電極時，電解質濃度低的一邊是陽極，濃度高的一邊是陰極，而且濃度差愈大，電壓愈大，電流愈大。陽極產生的電子經外電路流經陰極，與銅離子作用，陽極CuSO<sub>4</sub>溶液的濃度漸增，陰極CuSO<sub>4</sub>溶液濃度漸減，當濃度相等時，電子便不在流動。

#### 2.不同電極時:

- (1) 如果陽極電解質的濃度大於陰極電解質的濃度時，則電流隨著陰極電解質的濃度減少而電流減小，且兩電解質的濃度差愈大，電流愈小。
- (2) 如果陽極電解質的濃度小於陰極電解質的濃度時，則電流隨著陽極電解質的濃度減少而電流增加，且兩電解質的濃度差愈大，電流愈大。
- (3) 純就Zn-Cu電池來講，要使電流加大，則需ZnSO<sub>4</sub>的濃度小於CuSO<sub>4</sub>的濃度且兩者濃度差愈大愈好。
- (4) 濃度對電池電位之影響

定性討論(勒沙特列原理)：在標準狀況時



如果Cu<sup>2+</sup>濃度爲 1M，Zn<sup>2+</sup>濃度爲 0.1M，則反應向右移動，以減少Cu<sup>2+</sup>的濃度，如此電壓會增至 1.10V 以上。

定量討論(Nernst 方程式)

$$E = E^{\circ} - 0.059 / n * \log[M^{n+}]_{\text{稀}} / [M^{n+}]_{\text{濃}}$$



$$[\text{Zn}^{2+}] = 1.0\text{M} \quad , \quad [\text{Cu}^{2+}] = 1.0\text{M} \quad \text{則} \quad E = 1.1\text{V}$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = 0.5\text{M} \quad , \quad [\text{Cu}^{2+}] = 1.0\text{M} \quad \text{則} \quad E = 1.1088\text{V}$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = 0.25\text{M} \quad , \quad [\text{Cu}^{2+}] = 1.0\text{M} \quad \text{則} \quad E = 1.1177\text{V}$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = 0.125\text{M} \quad , \quad [\text{Cu}^{2+}] = 1.0\text{M} \quad \text{則} \quad E = 1.1266\text{V}$$

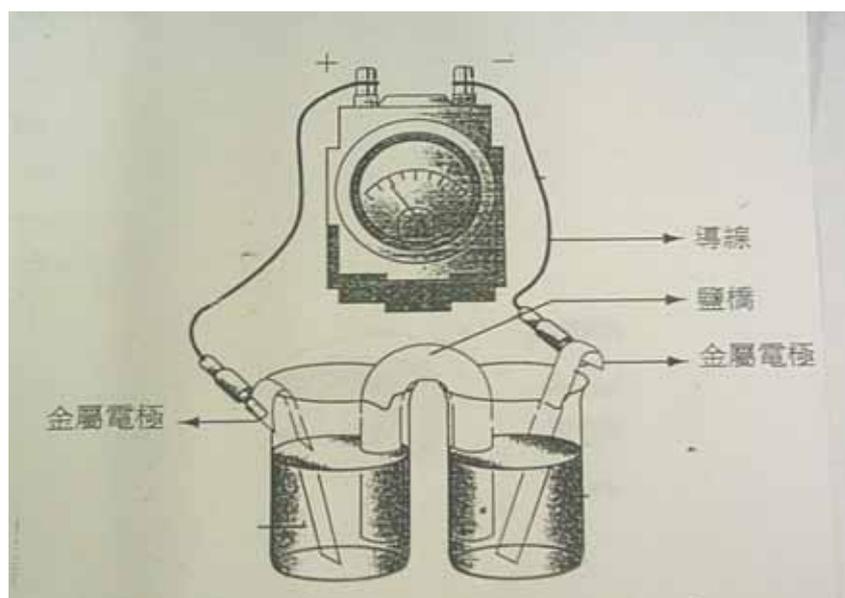
$$[\text{Zn}^{2+}] = 0.0625\text{M} \quad , \quad [\text{Cu}^{2+}] = 1.0\text{M} \quad \text{則} \quad E = 1.1355\text{V}$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = 0.03125\text{M} \quad , \quad [\text{Cu}^{2+}] = 1.0\text{M} \quad \text{則} \quad E = 1.1444\text{V}$$

由數據顯示，生成物(Zn<sup>2+</sup>)濃度愈稀電壓愈大。

## 二、探討溫差電池現象

### (一)實驗裝置圖



### (二)實驗步驟

- 1.將酒精燈棉絲浸 0.5M的 $\text{KNO}_3$ 中取出備用。
- 2.酒精燈棉線當鹽橋，各浸入溶液中 3 公分。
- 3.用本生燈加熱，並用溫度計測量溫度。
- 4.用三用電錶測電流大小。

### (三)實驗結果

#### [相同電極]

Cu	$\text{CuSO}_4$	20°C	20°C	20°C	20°C	20°C	0°C
Cu	$\text{CuSO}_4$	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	100°C
電流 (mA)		0	0.032	0.048	0.052	0.065	0.076

#### [不同電極]

Zn 片	$\text{Zn SO}_4$	20°C	20°C	20°C	20°C	20°C	0°C
Cu 片	$\text{Cu SO}_4$	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	100°C
電流 (mA)		0.815	0.815	0.816	0.816	0.815	0.816

#### [不同電極]

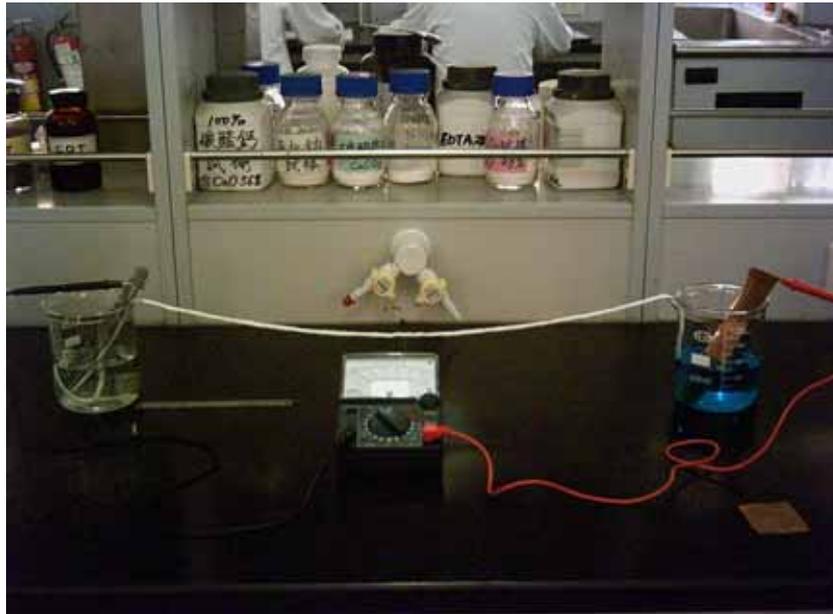
Zn 片	$\text{Zn SO}_4$	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	100°C
Cu 片	$\text{Cu SO}_4$	20°C	20°C	20°C	20°C	20°C	20°C
電流 (mA)		0.815	0.815	0.815	0.815	0.816	0.816

#### (四)實驗討論

- 1.金屬種類與電解質濃度均相同，可是溫度卻不同時，因為標準還原電位會受溫度影響而不同，從而造成電位差，因而產生電流。由三用電錶指針可知，溫度高的一邊是陽極，溫度低的一邊是陰極而且溫度差愈大，電流愈大。
- 2.金屬種類不同，電解質濃度相同，無論是陽極的溫度較高，或陰極溫度較高，都不影響電流的大小。

#### 三、探討電池的鹽橋其內電阻與長度、截面積的關係

##### (一)實驗裝置圖



## (二)實驗步驟

- 1.將酒精燈棉線 10cm、20cm、30cm、40cm、50cm浸 1M的 $\text{KNO}_3$ 中，取出備用
- 2.酒精燈棉線當鹽橋，各浸入溶液中 3cm。
- 3.取出長度相同的酒精燈棉線並聯放入兩杯溶液中當作鹽橋與溶液的接觸面積的變因。
- 4.取不同長度的酒精燈棉線放入兩杯溶液中，當作鹽橋長度的變因。

## (三)實驗結果

棉線鹽橋長度(cm)	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm
電流(mA)	0.836	0.728	0.655	0.543	0.412

棉線鹽橋並聯的條數(截面積)	1	2	3	4	5
電流(mA)	0.836	1.664	2.578	3.293	3.488

## (四)實驗結果

- 1.由實驗結果可知棉線鹽橋愈長，電阻愈大，電流愈小，但沒成正比關係，因內電阻除鹽橋外還包括電解質的電阻。
- 2.由實驗結果可知棉線鹽橋數目愈多，與電解質接觸面積愈大，則電阻愈小，電流愈大。
- 3.由鹽橋產生的內電阻與導線產生的電阻一樣，長度愈長，電阻愈大，電流愈小，截面積愈大，電阻愈小，電流愈大。
- 4.由 3.可知，純就 Zn-Cu 電池來說，要使電流加大，則鹽橋長度要短，與溶液接觸面積要大。

#### 四、探討廢電池的再利用

##### (一)隔一段時間再用

結果:

乾電池若使用太快，陰極反應產生的氨可以在碳棒周圍形成絕緣層以降低電流。在緩慢的使用下，陽極的鋅離子可擴散到陰極與氨結合成錯合物 $Zn(NH_3)_2Cl_2$ 。這就是為什麼有時候用過的電池隔一段時間後還能再用的原因。

##### (二)乾電池復活

乾電池的內部是氯化銨的漿，當電池用久了，裡面的漿就逐漸乾去，那時便失去效用。如果能把它弄濕，則還可繼續使用一段時間，做法如下:把乾電池外面的紙殼去掉，在近底部的鋅皮上挖幾個洞，把它浸入一杯鹽水裡，鹽水大約浸沒電池的一半，讓它在鹽水裡浸約十幾分鐘，拿出來用蠟燭滴在小孔上，將小孔封住，則乾電池又復活，可再用一段時間。

##### (三)乾電池的起死回生

電池用久了，周圍被包上了一層氣體，因為氯化銨的銨離子接收了電子，還原而放出了 $H_2$ 及 $NH_3$ ，氣體是幾乎不導電的，到最後電路斷了，電池裡的化學反應就停止。但這樣的電池不要扔掉，你還有辦法使它起死回生，即拿到酒精燈旁烤一下，電池又起死回生了。因溫度升高，碳棒周圍的 $H_2$ 很快被 $MnO_2$ 吸收掉， $NH_3$ 很快被 $ZnCl_2$ 去除，鋅片與氯化銨又起作用了，電路就又通了。一般的乾電池用完了可以用這種加熱的辦法使起死回生兩三次。

##### (四)拆解一號乾電池

結果: 電池內有碳棒、鋅殼、電解質

#### (五)電解質的再利用

電解質的成分為二氧化錳、氯化銨、氯化鋅、碳粉等混合物

結果:1.二氧化錳在利用雙氧水分解產生氧氣的實驗中可充當催化劑、不需要花額外金錢購買二氧化錳。(如圖一)

2.普化實驗二十四，氯氣的製造，實驗中二氧化錳即可充當氧化劑，與鹽酸作用即產生氯氣，這都是廢物的再利用，不必花錢。



(圖一)

#### (六)碳棒的再利用

結果: 電解用的電極-電解水，電解硫酸銅，需用碳棒當電極，拆下來的碳棒可當電解用的電極。(如圖二)

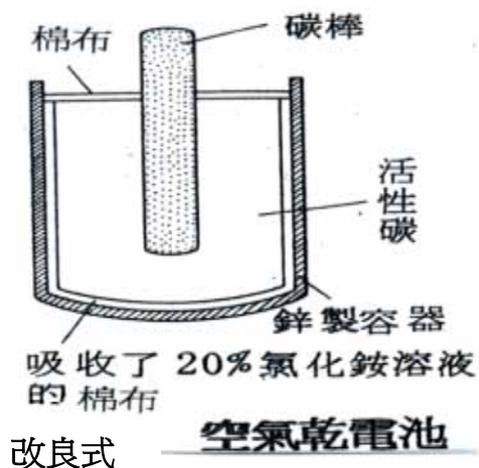


(圖二)

(七)改良式的空氣乾電池

普通乾電池的去極劑是使用二氧化錳，空氣乾電池則是用空氣當去極劑。廢電池的鋅容器內側貼吸收 20% 氯化銨溶液的棉布。碳棒插入容器中心部分。空容器內填入活性碳，以棉布蓋在容器上端爲了使空氣能自由出入，這樣就成了空氣乾電池。

(如圖三)



(圖三)

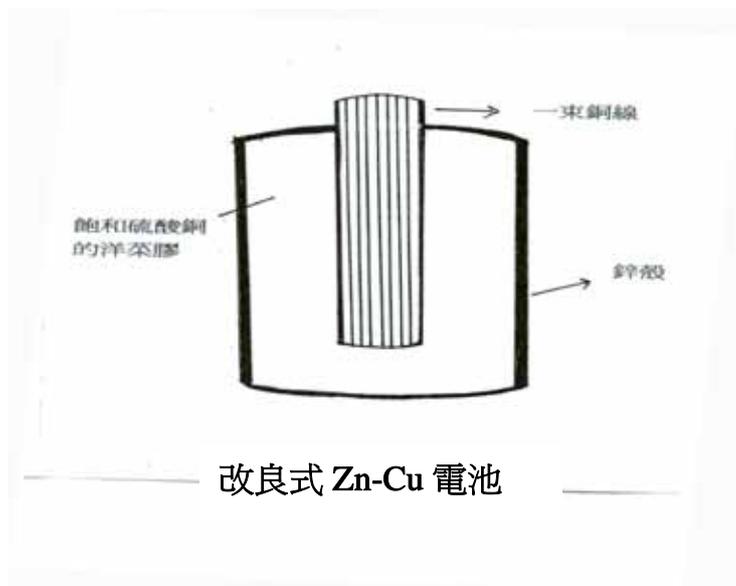
結果:

改良式的空氣乾電池電壓及電流(以小燈泡爲負載)

無負載電壓	1.10V
無負載電流	0.11A
負載電壓	0.88V
負載電流	0.01A

#### (八)改良式 Zn-Cu 電池

根據前面研究結果可知，陽極電解質的濃度愈小愈好，甚至陽極可以不必有電解質，陰極電解質的濃度愈大愈好(我們實驗做到 1M)而且鹽橋是內電阻的最大原因，因此鹽橋也不要了。我們將廢電池改裝。(如圖四)



(圖四)

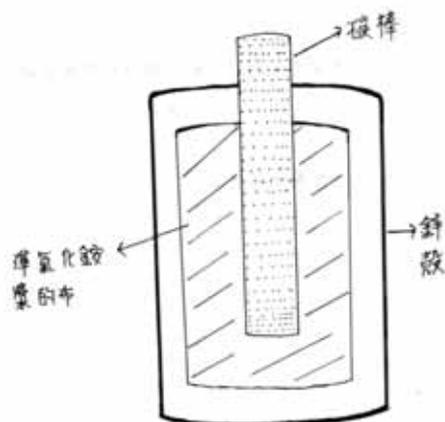
結果:

改良式的 Zn-Cu 電池電壓及電流(以小燈泡為負載)

無負載電壓	1.30V
無負載電流	0.18A
負載電壓	0.95V
負載電流	0.012A

### (九)改良式碳鋅電池

- 1.用氯化銨兩刮勻，加水調成漿狀，拿一塊寬 20cm，長 30cm 的布對折起來，把調好的氯化銨塗在布中間放上碳棒，把布包在碳棒上，外面用線紮好。
- 2.包布的碳棒放入鋅殼中。(如圖五)
- 3.一段時間乾後可加入食鹽水濕潤之。



改良式 C-Zn 電池

(圖五)

結果：

改良式的碳鋅電池電壓及電流(以小燈泡為負載)

無負載電壓	1.2V
無負載電流	0.16A
負載電壓	0.90V
負載電流	0.011A

## 伍、結論

一、由指針偏轉方向可知，相同電極時，電解質濃度低的一邊是陽極，濃度高的一邊是陰極，而且濃度差愈大，電流愈大。

$$E = E^{\circ} - 0.059 / n * \log[M^{n+}]_{\text{稀}} / [M^{n+}]_{\text{濃}}$$

二、不同電極時:

(一)如果陽極電解質的濃度大於陰極電解質的濃度時，則電流隨著陰極電解質的濃度減少而電流減少，且兩電解質的濃度差愈大，電流愈小。

(二)如果陽極電解質的濃度小於陰極電解質的濃度時，則電流隨著陽極電解質的濃度減少而增加，且兩電解質的濃度差愈大，電流愈大。

三、由第二點可知，純就Zn-Cu電池來講，要使電流加大，則需ZnSO<sub>4</sub>的濃度小於CuSO<sub>4</sub>的濃度且兩者濃度差愈大愈好。

四、由指針偏轉方向可知，相同電極、相同濃度的電解質時，溫度高的一邊是陽極，溫度低的一邊是陰極，而且溫度差愈大，電壓愈大，電流愈大。

五、不同電極，但電解質濃度相同時，陽極電解質的溫度大於陰極電解質的溫度，或陰極電解質的溫度大於陽極電解質的溫度，對電流影響都不大。

六、由第五點可知，純就 Zn-Cu 電池來講，要使電流加大則溫度影響不大。

七、棉線鹽橋產生的內電阻，和棉線鹽橋長度有正變的關係，和棉線鹽橋截面積成反變關係。

八、由第七點可知，純就 Zn-Cu 電池來說，要使電流加大，則鹽橋長度要短，與溶液接觸面積要大。

九、廢電池不必急著丟掉，隔一段時間可再使用，或底部挖洞浸鹽水，再用蠟燭油密封，可使用一段時間，或在酒精燈旁烤一下，即可再使用兩三次。

十、廢電池真的不能用了，拆開裡面有碳棒、鋅殼、電解質，可再利用:

(一)碳棒:做電解水、電解CuSO<sub>4</sub>的電極。

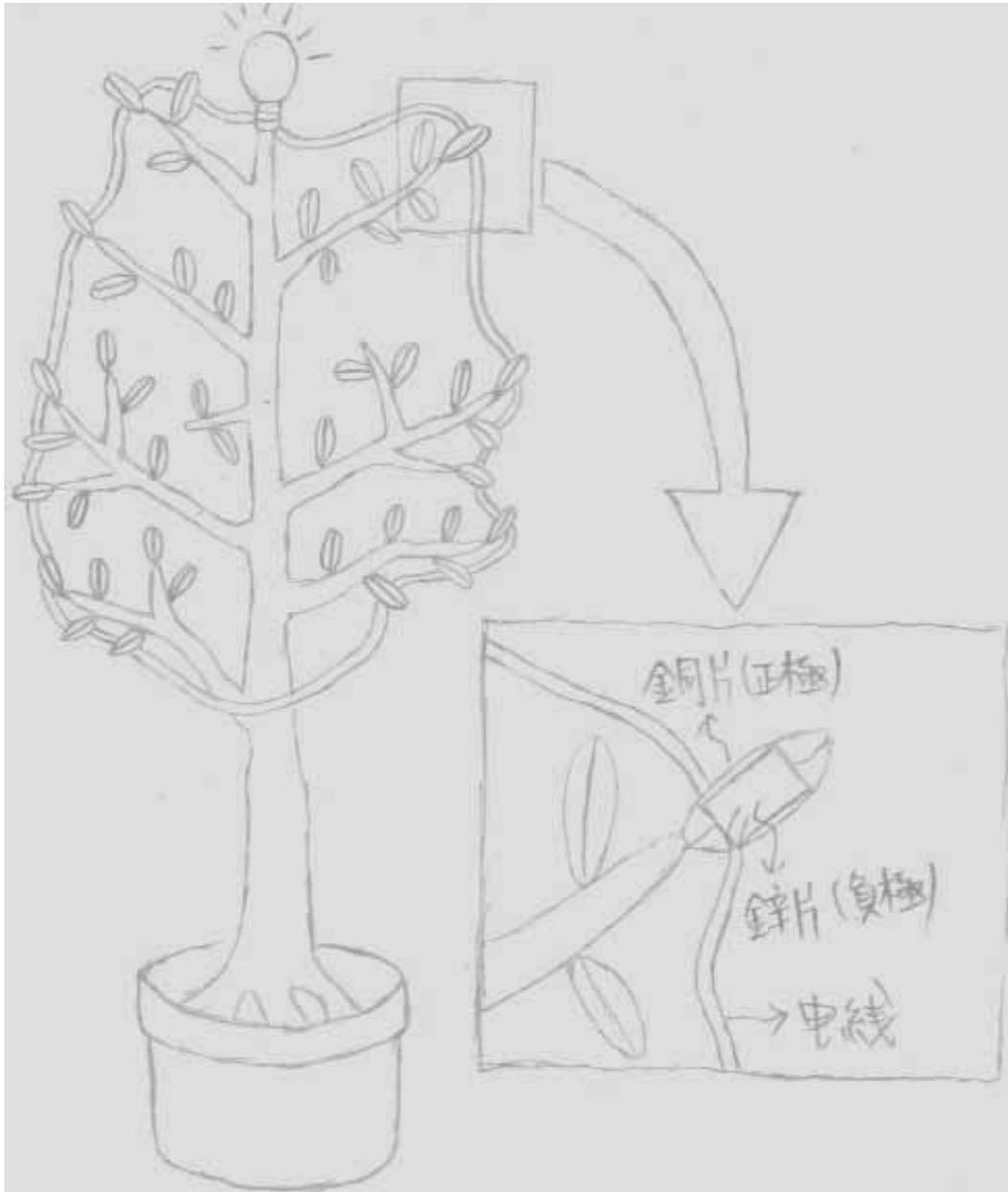
(二)鋅殼:可做 Zn-Cu 電池的鋅極，或可作為改良式的 Zn-Cu 電池。

(三)電解質:包括MnO<sub>2</sub>、ZnCl<sub>2</sub>、NH<sub>4</sub>Cl、碳粉，其混合可作為 2H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>→2H<sub>2</sub>O+O<sub>2</sub>的催化劑，可作為MnO<sub>2</sub>+4HCl→MnCl<sub>2</sub>+ Cl<sub>2</sub>+2 H<sub>2</sub>O的氧化劑。

十一、本次研究內容，不像以前全國科展如何增加 Zn-Cu 電池的電流、電壓，我們只是探討課文的文字敘述及廢電池的再利用。

## 陸、應用實驗

- 一、製作出一棵不必插電卻能閃閃發光的聖誕樹：樹葉可以充當電解質，因此樹葉的兩面與不同金屬接觸，便成一電池，電池之間又可串聯，直到使小燈泡發亮為止。如此即不必插電便可使聖誕樹閃閃發亮。



## 二、探討電線著火，不能用水滅火的道理

步驟：(一)從自製電池的正負極接出兩條導線，把一條導線插在盛有電解液(如鹽水)的分液漏斗裡，另一條導線繫一小燈泡插在燒杯裡，再把分液漏斗開關打開，使鹽水流出，形成一條水柱，燈泡就亮了。

(二)取出燈泡，再用三用電錶代替，測電流。



結果：

兩條線之間，如果有了電解液，照樣能導電其瞬間電流為 5mA，因此，電線著火時，如用水柱滅火，可形成通路，人體可能觸電，很危險。

## 柒、參考資料

- 一、楊永華編著，普通化學第二冊 P84~85，東大圖書公司。
- 二、普通化學實驗二，楊永華編著，實驗二十一鋅銅電池，東大圖書公司。
- 三、科學研習第四十三卷第八期。
- 四、第二十九屆，第三十屆中小學科學展優勝作品專輯。
- 五、科學教授化學篇，故鄉出版社。

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
評 語

---

高職組 化工、衛工及環工科

第三名

091105

電池的深入探討及廢電池的應用

國立嘉義高級工業職業學校

評語：

以化學課程獲得實驗靈感，進而設計研究方法進行驗證，富科學研究精神，唯在推廣應用上只提出假說，若能落實研究具體成果，會更吸引力。