

死灰復燃的電池——乾電池的永續利用

國中組化學科第三名

私立衛理女中

作者：吳思韻、胡若涵、馬欣雅、袁星塵

指導教師：趙香珠、廖靜宜

一、研究動機

某次阿姨告訴我們：「摩擦廢電池的二極可使電池中的電增加」如法炮製後果真如此，於是想更深入研究廢電池的利用。

二、研究目的

- (一)了解電池的種類、構造、化學反應式。
- (二)探討摩擦和電的關係及成因。
- (三)研究廢電池的再生、回收。

三、研究設備及器材

(一)器材

- 1. 健美腳踏車 2. 製氧器具 3. 安培計 (A, mA)
- 4. 伏特計 (V) 5. 恆溫箱 6. 一號電池 (SIZE D)

(二)試藥

- 1. 雙氧水 2. 二氧化錳

四、文獻探討

(一)電池的種類

1. 乾電池

- (1)鹼性錳電池 (2)錳乾電池 (3)氧化銀電池 (4)水銀電池 (5)鋰電池 (6)鎳鎘電池 (7)碳鋅電池

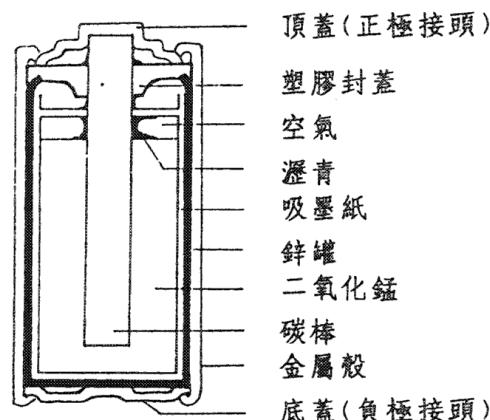
2. 蓄電池

(1)酸性電池：鉛酸電池

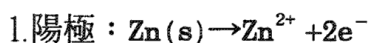
- (2)鹼性電池：a. 鎳鎘電池 b. 鎳電池 c. 鎘電池 d. 鋅銀電池 e. 鐵銀電池

3. 在學理上、將僅能放電一次，壽命耗盡後不再充電使其再生的，叫「一次電池」；放電後能充電而能反覆使用的叫「二次電池」。

(二)乾電池的構造：(附圖)

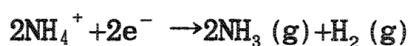


(三)乾電池的化學反應式

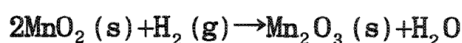


2. 陰極：

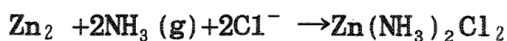
(1) 電子流到陰極後，將陰極的電解質銨離子還原而產生氫氣



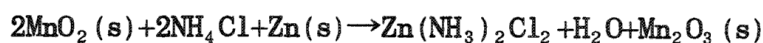
(2) 釋放出的氫即被二氧化錳氧化



(3) 氫與鋅離子結合而成安定的錯化合物



3. 全反應：



(四)化學反應平衡原理：

〈勒沙特列原理〉西元1884年法國科學家 (Henri louis Le Chatelier) 提出平衡移動方向的預測方法其內容為：

凡能決定平衡狀態之任一因子引起變化時，則平衡向消滅此變化的方向移動。影響平衡的因子有濃度、溫度、壓力、體積等。

(五)電動勢之變化：

〈Nernst equation〉西元1889年 (Walther Nernst) 提出奈恩斯式方程式：用以決定非標準電池所建立的電池之電動勢emf.



$$Q = \frac{(a_Y)^y (a_Z)^z}{(a_W)^w (a_X)^x}$$

$$\varepsilon = \varepsilon^{\circ} - \frac{2.303RT}{nF} \log Q$$

五、研究過程和方法

我們的研究過程分為二部份，第一部份為「電池的起死回生」，探討電池在使用後，剩餘少許電的電池的更深利用價值；第二部份為「電池的永續利用」，探討電池的利用及回收。

(一)第一部份 電池的起死回生

1. 根據研究動機，我們對摩擦起電產生懷疑，因此我們做了〈實驗一〉。

2. 〈實驗一：摩擦和電流之實驗〉

(1)實驗假設：

摩擦電池，可使用電池的電流電壓增加。

(2)實驗過程：

①取數顆廢電池（SIZE D），測量其電流和電壓，再分別標上號碼。

②分別用正極對著正以一定速率轉動的健美腳踏車輪胎摩擦每一顆電池，持續摩擦1分鐘。

③摩擦後測量其電流、電壓，並紀錄下來。

④使用步驟①、②、③方法再擦負極1分鐘後測量電流、電壓。

⑤使用步驟①、②、③方法摩擦電池側身1分鐘，摩擦後，測量電流、電壓。

(3)實驗紀錄：

摩擦正極（一分鐘）

	1	2	3	4	5
摩擦前電壓 (v)	1.32	1.25	1.29	1.26	1.30
電流 (mA)	230	229	140	220	230
摩擦後電壓 (v)	1.30	1.20	1.25	1.25	1.25
電流 (mA)	230	230	175	225	240

摩擦負極（一分鐘）

	1	2	3	4	5
摩擦前電壓 (v)	1.39	1.29	1.30	1.29	1.30
電流 (mA)	230	225	250	195	230
摩擦後電壓 (v)	1.35	1.25	1.30	1.25	1.25
電流 (mA)	240	220	250	180	240

摩擦表皮（一分鐘）

	1	2	3	4	5
摩擦前電壓 (v)	1.45	1.31	1.2	0.8	0.8
電流 (mA)	310	2.1	1.0	6.6	2.2
摩擦後電壓 (v)	1.41	1.21	1.11	0.7	0.72
電流 (mA)	320	7.4	3.6	10	4.8

(4)實驗討論：

實驗的結果和我們的假設有些出入，因為摩擦可以使電池電阻減小，我們推測：摩擦生熱，熱可以改變電池中離子活動程度，使離子活動增快，因而電阻減小，為了證實此理論，展開了實驗二。

3. 〈實驗二：熱和電的實驗〉

(1)實驗假設：加熱可增加電池的電流和電壓。

(2)實驗過程：①取數顆1號廢電池，測量其電流及電壓。

②將電池分別放在恆溫箱內，加熱10分鐘，溫度分別為50°C、150°C和180°C。

③加熱後，測量其電流及電壓並記錄下來。

(3)實驗記錄：

A. 加熱十分鐘（恆溫50°C）

	1	2	3	4	5	6
加熱前電壓 (v)	1.30	1.26	1.26	1.24	1.30	1.26
電流 (mA)	240	225	250	250	240	240
加熱後電壓 (v)	1.24	1.23	1.25	1.26	1.26	1.22
電流 (mA)	250	240	255	270	245	225

B. 加熱十分鐘 (恆溫150°C)

	1	2	3	4	5	6
加熱前電壓 (v)	1.26	1.27	0.85	0.82	1.30	1.26
電流 (mA)	180	260	1.60	1.0	240	180
加熱後電壓 (v)	1.19	1.15	0.83	0.80	1.26	1.19
電流 (mA)	280	300	22	8.0	245	290

C. 加熱十分鐘 (恆溫180°C)

	1	2	3	4	5	6
加熱前電壓 (v)	1.45	1.31	1.2	1.2	0.8	0.65
電流 (mA)	310	2.1	1.8	1.0	2.2	1.9
加熱後電壓 (v)	1.41	1.21	0.8	1.11	0.72	0.62
電流 (mA)	320	8.4	2.2	3.6	4.8	7.0

(4)實驗討論：

- ①由三個加熱實驗都發現加熱會使乾電池的電流升高。
- ②在加熱溫度較高時電流升高，但電壓卻明顯降低。

探討：

(1)電流為何升高？

在乾電池被加熱時，內部正負離子移動加速，使得電池內電阻減小而電流增加。

(2)電壓為何降低？

根據①勒沙特列原理來解釋，乾電池的正向反應是放熱反應，故加熱促使逆向反應發生而電壓降低。

根據②Nernst equation來解釋，加熱時(T)升高電動勢 ϵ 降低

(二)第二部份 電池的永續利用：

1. 二氧化錳 (電解質內物質) 的利用：

- (1)用鉗子將電池外層的金屬殼剝開後，將內黑色物質取出分為二部份，一部份放著準備製氧，另一部份則加水，將其可溶解的物質溶掉，靜置數

分鐘後溶液會分成上、下兩層，將上層懸浮物倒掉，用濾紙過濾下層的沈澱物（多為二氧化錳）和水，用恆溫機烘乾後的粉末即是電解質中的二氧化錳。

- (2)此兩部份加上實驗室中用的二氧化錳可用於國中理化第一冊，4-3實驗，並比較其製氧速率。
- (3)我們使用了「雙氧水→氧↑+水」的化學變化比較電池中經處理的和未經處理的電解質，和藥用二氧化錳三種內二氧化錳的純度，結果製氧速率。如下表格：

二氧化錳的純度，結果製氧速率。如下表格：

二氧化錳製氧時間表

	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
藥用二氧化錳	1分 05秒	1分 10秒	1分 20秒	1分 05秒	1分 00秒	1分 00秒	1分 07秒	1分 03秒	1分 05秒
壞電池中的二 氧化錳（已處理）	1分 11秒	1分 43秒	1分 25秒	1分 54秒	1分 05秒	1分 50秒	1分 20秒	1分 10秒	1分 12秒
壞電池中的二 氧化錳（未處理）	2分 13秒	2分 51秒	2分 12秒	2分 25秒	2分 03秒	2分 23秒	2分 15秒	2分 20秒	2分 20秒

註解：此表是記錄製造650C. C. 的氧氣所需的時間

- 備註：1. 二氧化錳10公克
2. 廣口瓶650C. C
3. 加水50公克

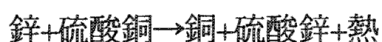
- (4)由實驗結果得知，經過濾的電解質中二氧化錳純度很高，故我們可利用電池中電解質（經處理後）來取代實驗室中的二氧化錳。
- (5)爲了了解電池內電解質是否可有效利用而不浪費。

- ①我們拆了四顆1號廢電池，算出其原本質量再經過濾…等方式處理後再求其剩下質量並求出其平均值，每一顆原來有40.3g而後剩下34.7g由此可知，損失並非很大，而純度亦提高很多故此方法是可行的。
- ②若一班有10組要作製氧的實驗，需要催化劑以製氧時，10組約要5g，則全班需50g，只要拆2顆1號電池並處理即可！

2. 鋅罐的利用：

可利用於國中理化課程

- (1)理化第一冊，實驗6-4〈熱和化學變化〉化學式爲：



【實驗目的】

以硫酸銅為例，認識熱和化學變化的關係。

(2)理化第一冊，實驗7-1〈金屬元素和非金屬元素的通性〉

(3)理化第二冊，實驗9-1，〈金屬元素的分類〉

(4)理化第四冊，實驗22-3〈鋅銅電池〉

(5)原來電池中的鋅罐經我們一直用銅刷及砂紙磨去外層的物质後一片（即一顆拆下的）約有9.45g若做第(1)個實驗時一組約要1.5g的鋅粉（我們以小鋅片代之）一班10組共要15g，故一班作實驗約要2片鋅片。

3.碳棒的利用：

可利用於下列課程

(1)國中理化第一冊，實驗3-1〈水的電解〉

(2)國中理化第一冊，實驗7-1〈金屬元素與非金屬元素的通性〉

(3)國中理化第二冊，實驗10-1〈那些物質的水溶液可以導電〉

4.金屬殼、頂蓋、底蓋的利用：

可以依可回收物質的分類送到鐵鋁罐回收桶。

六、總結論，問題及未來的展望

1.在學理上，我們發現加熱會改變電池中離子運動程度，而使電池阻減小，這可用奈恩斯忒方程式來解釋，利用此方法可使廢電池再度利用。「摩擦會使電池電阻減小」下是由於摩擦生熱，熱使電阻減小的生活實例。

2.日常生活中，目前一般使用的碳鋅是沒有回收的，但在實驗中，廢電池的各部份構造，都有回收再利用的價值，如碳棒可做電極，二氧化錳可做製氧催化劑等。它們是試藥的最好代替品，真正符合環保。

3.研究過程面臨的問題

(1)摩擦生熱溫度不高，所以電壓會呈不穩定的狀態。

(2)電池電阻變小的現象不能存在長久，一旦溫度回復，電阻又回升。

4.但願我們的研究，能在生活上、學術上皆有貢獻，使乾電池能重複使用，做到環保的需求，讓地球上的物質永續利用。

七、參考資料

(一)高中化學導讀手冊

(二)國中化學導讀手冊

(三)光復科學圖鑑一第十冊〈電氣〉

- (四)牛頓科學研習百科—第四冊化學
- (五)大英百科—第十冊
- (六)中山科學大辭典〈商務〉
- (七)佳慶百科彙集第十三冊
- (八)光復彩色百科大全—第五冊〈基礎科學〉
- (九)高中化學1~4冊
- (十)大學化學(上冊)(下冊)
- (十一)國中理化第1~4冊
- (十二)環保人雙月刊雜誌

評 語

本研究旨在將舊電池用摩擦加熱法延長其使用時間，同時也探討如何利用廢電池回收廢電池各種成分(二氧化錳及鋅)本研究有環保意識值得鼓勵，同時本研究在考慮廢電池成分再利用，思路相當清晰，考慮相當嚴密，科學態度及求真精神相當不錯，值得鼓勵。