

由碳鋅乾電池中的二氧化錳得到的啟示

楊禮義

私立中華技術學院 通識教育中心

壹、前言

電化學中，耳熟能詳，由法國人（G. Leclanche）發明的鋅錳電池是最早的乾電池（亦稱碳鋅乾電池---dry Leclanché cell），是當今使用最廣的一次電池（primary cell）。其構造是以罐狀的鋅金屬為負極並兼作為電池容器，內容物有 MnO_2 （熟知的化學反應中的催化劑，註 1）、 NH_4Cl 溶液、碳粉、 $ZnCl_2$ 溶液及澱粉所調成的糊狀物，再以碳棒作為正極（其實碳棒僅僅擔任導電功能而已）。在 $25^\circ C$ 時，電壓約 1.5 伏特。

貳、二氧化錳的功能

95 年學測／自然，題目：4.圖 1 是碳鋅乾電池的剖面圖。當這種乾電池放電時，下列哪一種物質獲得電子？（單選題）

- (A) 鋅
- (B) 碳棒
- (C) 氯化銨
- (D) 氯化鋅
- (E) 二氧化錳

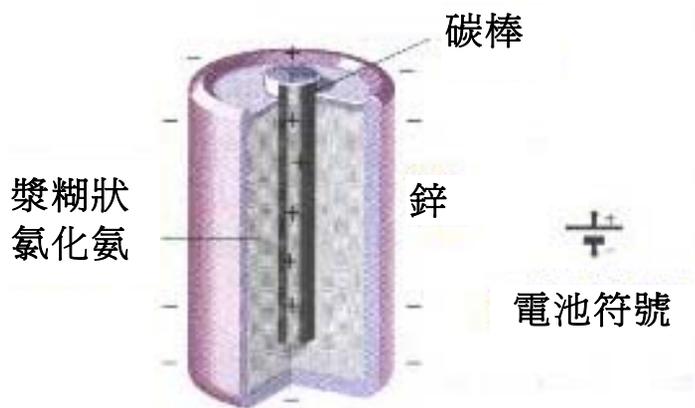
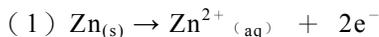


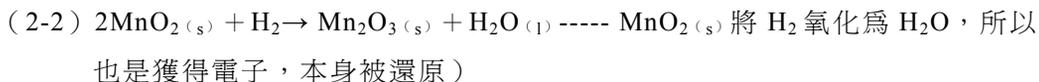
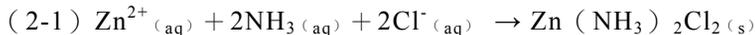
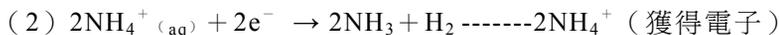
圖 1、是碳鋅乾電池的剖面圖，內容物為 MnO_2 、碳粉、 NH_4Cl 溶液、 $ZnCl_2$ 溶液及澱粉所調成的糊狀物。
(<http://hk.geocities.com/csss4j/04.htm>)

分析陰、陽極反應式如下：

陽極 (anode)：發生氧化現象，放出電子 (帶負電)，故又稱為「負極」(註 2)

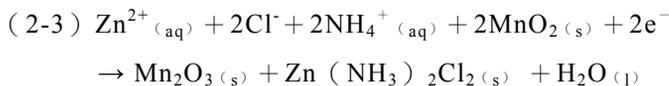


陰極 (cathode)：發生還原現象，正離子吸收電子，相對於前者，故又稱之「正極」。

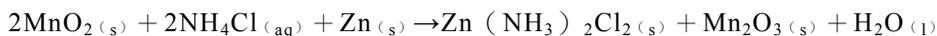


所以正確答案為 (C)、(E)；但因為該大題項是單選題，大學學測中心 (出題不夠嚴謹)，只好公佈答案為 (C) 或 (E)。

陰極的反應很特殊，總反應乃由 (2) + (2-1) + (2-2) 三個反應式所組成



而整個碳鋅電池的全反應：陽極 (1) + 陰極 (2-3)



碳鋅乾電池中，內容物中的「二氧化錳」，主要功能是氧化劑，因為它擔任了將「氯化銨」獲得電子的反應中產生出來的「氫氣」(圍繞在碳棒四周)氧化為「水」，有避免產生「極化作用」的功能，所以又稱為「去極劑/去極化劑」(De-polarizer, 註 3)。也因為有了「去極劑」的功能，能使陰極 (即電池的正極---碳棒)，導電功能正常，因此也有了「復極劑」(恢復陰、陽兩電極的正常功能)的名稱。

在諸多化學反應中， MnO_2 都是擔任氧化劑的功能，可是，製造錳酸鉀(K_2MnO_4)的反應中： $3\text{MnO}_2_{(s)} + \text{KClO}_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 3\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ (陳國成, 1978)，因為 KClO_3 為強氧化劑，此時 MnO_2 就只好變成是「還原劑」的角色了(註 5)。

參、結語

「二氧化錳」，在碳鋅乾電池中肩負著氧化劑、去極劑、復極劑等三種功能於一身，如同簡便的速成咖啡包，是典型的「三合一」(Three in One)(註 4)。它除了傳統的做為典型的催化劑外 (默默地協助完成反應，功成身退，不帶走任何一物)；又主要職司氧化劑的功能，但當時勢所趨，也可以屈就為「還原劑」，真如同「剪刀 (2)、石頭 (0)、布 (5)」「 $2 > 5$ 、 $0 > 2$ 、 $5 > 0$ 」，「遇弱則強，遇強則弱」，各有所長、各有專門。自然界五行「金 (西)、木 (東)、水 (北)、火 (南)、土 (中)」，相生相剋，沒有相生，就沒

有事務的發生與成長；沒有相剋，就不能維持正常協調下的變化與發展。一物剋/勝一物 (Diamond cut diamond.)，一物生一物，有捨才有得，人生諸多事務又何嘗不是如此呢？

肆、註解說明

註 1：加熱 KClO_3 時 (二氧化錳為催化劑 catalyst)，產生 KCl 與 O_2 ，為一種自身氧化還原反應 (Auto Redox)。

註 2：電池本身的陽極 (負極)、陰極 (正極)；而電解反應的裝置中，電解槽中陽極是正極，陰極是負極；兩種是不相同的，務必要弄清楚。

註 3：反應方程式 (2) 產生的另一種氣體 NH_3 ，也是圍繞在碳棒四周，但其水溶性大，會反應成 $\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2(\text{s})$ (氯化二氨鋅)，反應方程式 (2-1)。

註 4： FeS_2 (pyrite，硫化鐵)，一般稱為黃鐵礦，以硬物去敲擊時會產生火花，歸類為鐵礦。可是其主要功能是用來生產二氧化硫 ($4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 8\text{SO}_2$)，再用來製造硫酸，所以用途上又歸屬於硫礦。但是 FeS_2 的外型卻是金光閃閃，很像黃澄澄的金子，俗稱愚人金 (擬人金，Fool's Gold)，也可說是一種「三合一」化合物。

註 5：氧化劑：氧化其他物質，本身會被還原；還原劑：還原其他物質，本身會被氧化；氧化劑與還原劑兩者相互間是典型的「有捨有得」。

伍、參考資料

<http://hk.geocities.com/csss4j/04.htm> 97 年 3 月 4 日
陳國成 (1978)，參考化學，325-326，台北市：大中國圖書公司