

可攜式微型電化學電池與電解實驗教具的製作

廖旭茂^{1,2,*}、林宸緯¹、孫好瑄¹

¹ 國立大甲高級中學

² 教育部高中化學學科中心

*nacl880626@hotmail.com

■ 影片觀賞

本實驗影片由國立大甲高級中學提供。

■ 簡介

微型化學實驗隨著環保意識的抬頭，掀起了一股風潮，除實驗藥品減量、實驗廢棄減少排放外，可攜式的便利性更是教育工作者努力的目標。高中的電化學實驗課程中，無論電化學電池 (electrochemical cell) 或電解電池 (electrolytic cell)，通常會涉及重金屬鹽類的使用以及有毒廢液的排放(如基礎化學(二)化學電池的實驗中以及高三選修化學電解碘化鉀的演示實驗)，加上實驗器材繁瑣，實驗準備工作往往造成老師不少的負擔。本實驗希望利用手邊容易取得，如濾紙、化妝棉、吸管以及同軸纜線等材料，製作可攜式的微型電化學教具，除達到減量、減廢並符合綠色化學原則外，更能減輕教師的負擔，落實永續教育的經營目標。

■ 器材與藥品



影片網址：<http://youtu.be/BP9wDPabkmM>, YouTube.

一、器材

塑膠培養皿 1 個 (含蓋)、鱷魚夾的紅色與黑色導線各 1 條、濾紙、1 mL 塑膠滴管、珍珠奶茶大吸管、濕紙巾、金屬片 (Zn, Mg, Cu, Ni)、砂紙 1 張、鋁箔紙 (20 × 20 cm)、不銹鋼鐵絲、同軸纜線 (約 30 cm 長)、三用電表、熱熔膠和熱熔膠槍 1 組。

二、藥品

0.1 M 硫酸鎂 (MgSO₄)、0.1 M 硫酸鋅 (ZnSO₄)、0.1 M 硫酸銅 (CuSO₄)、0.1 M 硫酸鎳 (NiSO₄)、0.1 M 硝酸鉀 (KNO₃)、0.1 M 硫酸鈉 (Na₂SO₄)、0.1 M 碘化鉀 (KI)、0.1 M 的維他命 C (vitamin C, ascorbic acid)、酚酞指示劑、小蘇打粉。

■ 實驗步驟

一、可攜式電化學電池裝置的組裝與測試

1. 取一張濾紙 (或卸妝棉)，剪成十字狀，置入一塑膠培養皿中，並將鎂、鎳、鋅、及銅四種金屬的硫酸鹽溶液 3~5 滴，滴加在濾紙的四個端點，接著將長約 1 cm 的四種金屬片，覆蓋於相關鹽類溶液上，略微緊貼濾紙。隨後將內裝 $\text{KNO}_3(\text{aq})$ 的滴管，輕輕的點在兩金屬間的濾紙 (或卸妝棉) 上，當作鹽橋，完成微型電化學電池裝置。相關裝置示意圖如圖 1 所示。

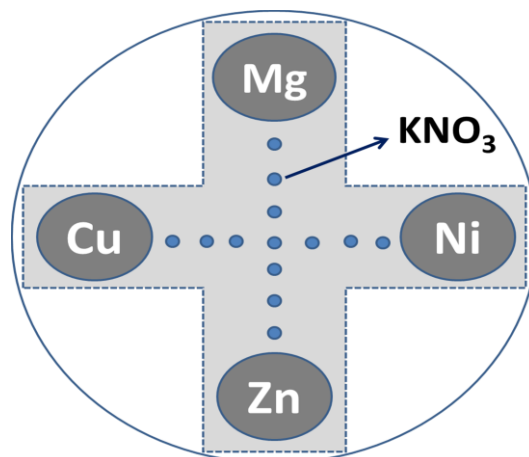


圖 1：在培養皿中，濾紙的四個角落放置四種不同金屬片

2. 利用三用電表的紅色和黑色測式棒，輕壓金屬片，量測兩兩金屬間的電位差。利用測量的電位差值，探討電子的流出方向以及判斷電極的正極和負極。相關測試圖如圖 2 所示。



圖 2：微型電化學電位差的量測過程

二、可攜式電化學電池的串連組裝與測試

1. 為方便電位差測量，稍微改裝微型電池，首先將吸管剪成與塑膠培養皿等高的四小段，再用熱熔膠將四小段的吸管兩兩相對地黏於塑膠培養皿內部，取濕紙巾剪成十字狀，(或以卸妝棉剪開呈長條形，呈十字交錯) 鋪壓在培養皿內。然後將硫酸鎂等金屬鹽類水溶液，以滴管滴 2~4 滴在相對的吸管中，最後放入彎折的金屬

片在吸管内並固定 (底部須碰到浸濕的卸妝棉)。相關組裝如圖 3 所示。



圖 3：雙電池串聯的裝置圖

2. 以鱷魚夾導線連接 Mg-Cu 電池的 Cu 與另一各 Mg-Cu 電池的 Mg 兩端，並以三用電表探測棒輕壓兩電池的 Mg 與 Cu 兩端，測量電位差。改變不同的接法，探討電池串接方式不同對電壓的影響，並測試如何安裝和串連可以創造出最大的電池電位差。三個 Mg-Cu 電池的串聯組裝如圖 4 所示。

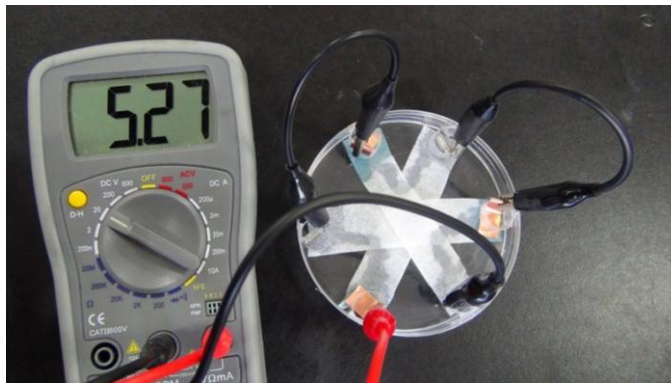


圖 4：三個 Mg-Cu 電池的串聯組裝圖

三、可攜式電解裝置的製作與測試

1. 電解筆的製作：將自同軸纜線剝下，長約 15 cm 的銅線（或



圖 5：電解筆的製作流程圖

白鐵線)，從滴管頂端貫穿到滴管的口，銅線分別露出滴管管口和頂部的長度約 1~3 公分，以尖嘴鉗將兩端露出之銅線（或白鐵線）彎曲呈圓弧型，此即完成電解筆。相關製作圖如圖 5 所示。

2. 電解池裝置的製作：裁減適當大小的鋁箔紙並將培養皿包覆，再將濾紙放入包覆鋁箔紙的培養皿中，然後接著將兩端附有鱷魚夾的紅色導線之一端夾在包覆鋁箔紙之培養皿上，並且兩端附有鱷魚夾的黑色導線之一端則夾在電解筆頂端露出之電解筆上，加上 9 V 電池，此即完成了微型電解裝置部分。相關製作圖組裝如圖 6 所示。



圖 6：微型電解池電解筆的製作組裝圖

3. 碘化鉀電解測試：電解池中可先以碘化鉀水溶液滴在濾紙上使濾紙均勻潮濕，

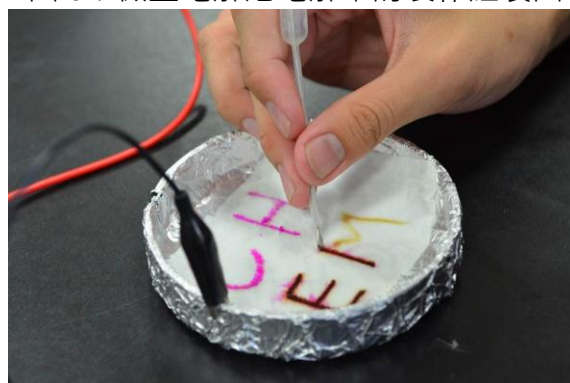


圖 7：微型電解裝置的測試圖

■ 安全注意及廢棄物處理

- 電化學電池的實驗裝置結束後，可將培養皿上蓋蓋好，減少蒸發，以利下次實驗使用，若已蒸發可，則再次滴加 1~2 蒸餾水即可。濾紙(或化妝棉)回收前，沾取少量小蘇打粉後，依一般實驗室廢棄物回收。
- 電解槽中反應結束的濾紙，若有碘生成，可先以抗壞血酸還原後，再依一般實驗室廢棄物回收。

■ 參考資料

1. Paul Price, Writing with Electricity Chemical Demonstration Kit, <http://www.flinnsci.com/store/Scripts/prodView.asp?idproduct=22082>.
2. TeacherExpt:Electrolysis of potassium iodide solution, http://www.rsc.org/learn-chemistry/wiki/TeacherExpt:Electrolysis_of_potassium_iodide_solution
3. Standard hydrogen electrode, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_hydrogen_electrode.
4. Experiment 28 : Establishing a Table of Reduction Potentials: Micro-Voltaic Cells, http://www.vernier.com/files/sample_labs/CWV-28-COMP-micro-voltaic_cells.pdf.
5. 方金祥，科玩 DIY 化學魔術畫板。科學教育月刊，2001，239 期，頁 51-54。
6. 廖旭茂，化學教室：化學平板的新戲法。科學研習月刊，2012，卷 51，期 8，頁 19~26。