

電解及化學電池實驗方法之改良

國中教師組化學科第三名

彰化縣立草湖國民中學

作者：陳英煌、陳永豐

一、研究動機

這幾年來一直從事國中化學科教學工作，每年少年科學研習都指導學生有關電解質方面的實驗，因此提出課本中幾個問題加以改進設計。

二、研究目的

化學是注重實驗方法的一門學科，從實驗中培養學生細心觀察研究的科學態度；改良實驗的方法，可啟發學生創造發明的能力，又可由改良的實驗設計中，使學生獲得明確的化學概念。

三、研究內容

1. 問題 (一) MnO_4^- (aq) 離子於兩極間的移動

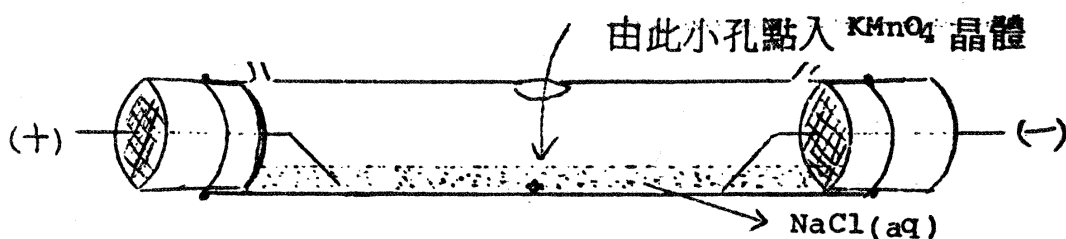
(1) 課本上是紫紅色 KMnO_4 晶體點於浸過 H_2SO_4 (aq) 的濾紙上於載玻片上面，兩端通電實驗，其缺點是：

- ① 載玻片兩極距離 (約 5 cm) 太大，電阻大， MnO_4^- (aq) 紫紅色離子移向陽極的速度極慢。
- ② 濾紙上的 H_2SO_4 (aq) 浸液，於通電後因水被電解而易乾掉。
- ③ 紫紅色 MnO_4^- (aq) 離子於濾紙上移動，最後使濾紙氧化，離子移動痕跡變為褐綠色。

(2) 改良方法：

- ① 兩極距離縮短 (約 2 cm)。
- ② H_2SO_4 (aq) 浸液改為 NaCl (aq)， NaNO_3 (aq)、 KCl (aq)、 KNO_3 (aq) 其離子移動的效果較好，尤其是以 0.025 M 的 NaNO_3 (aq) (詳見去年彰化縣少年科學研習活動優秀作品專輯 PP 207 ~ 213)

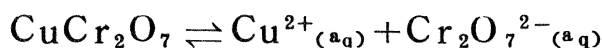
(3)利用一橫玻管觀察，如圖(一)之說明。



圖(一) MnO_4^- (aq) 於橫玻管之移動

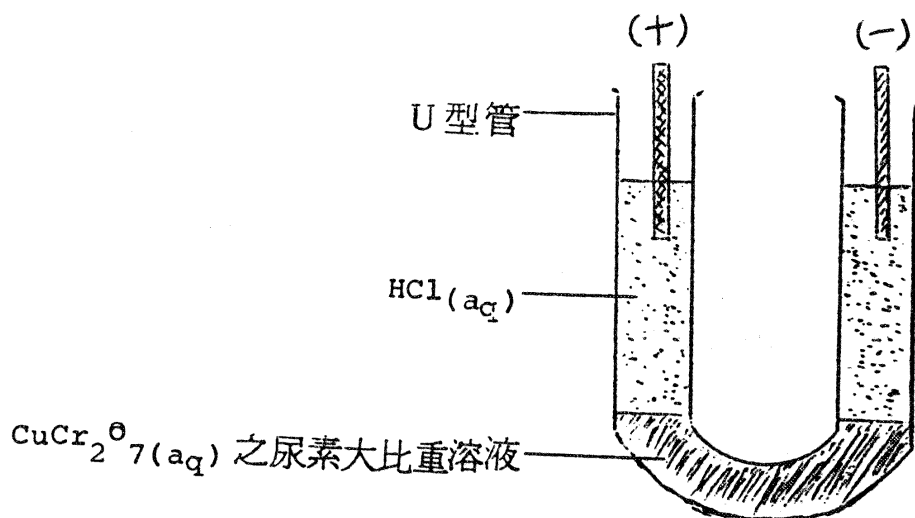
紫紅色 MnO_4^- (aq) 離子直接於玻管內的電解質溶液向陽極移動，沒有和濾紙起氧化作用之顧慮。

2.問題(二)重鉻酸銅之 Cu^{2+} (aq), $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (aq) 兩種離子向兩極移動



於兩極移動的觀察，藍色 Cu^{2+} (aq) 離子游向陰極，橙紅色的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (aq) 離子游向陽極。

(1)課本上是於U型管中做實驗，如圖(二)所示

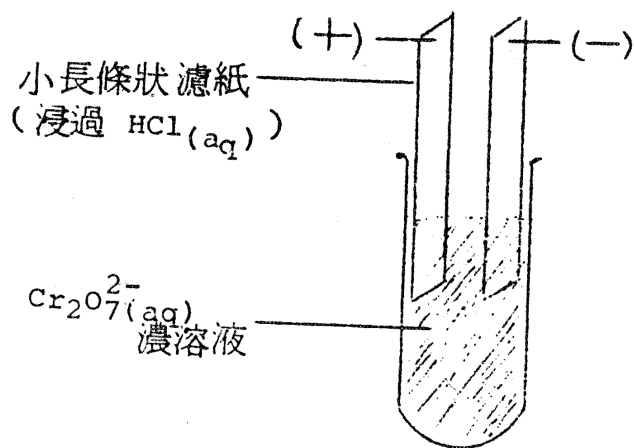


圖(二) Cu^{2+} (aq), $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (aq) 於U型管中的移動

- ①兩極距離太長，不易分離 Cu^{2+} (aq), $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (aq) ，於通電後三個小時多，移動不到 1 cm ，且不易觀察，如所示。
- ② CuCr_2O_7 (aq) 調成尿素大比重溶液，用吸管放入U型管底部很難形成兩清楚的界面。

(2)改良方法：如圖(三)

於小試管中裝入 $\text{CuCr}_2\text{O}_7(\text{aq})$ 再以浸過 $\text{HCl}(\text{aq})$ 的小長條濾紙置於其內，上端通電，如所示，兩極(圖(三)小試管中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ ， $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ 於兩極小長條濾紙上移動



圖(三)

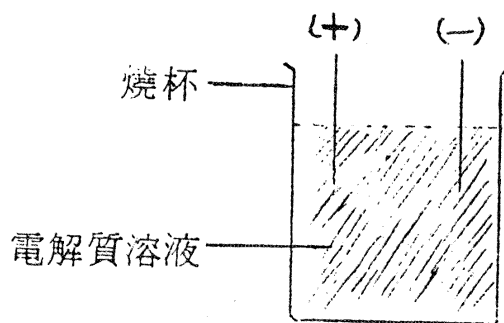
兩小長條濾紙愈靠近愈好，約 $0.8 \sim 1.0 \text{ cm}$) 分別 (+) 極上有橘紅色的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 顯現於其上，(-) 極的長條濾紙上有淡藍色的 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ 顯現於其上。

①兩極距離小，導電度加大， $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 易分離於小長條狀濾紙上。

②該方法 $\text{CuCr}_2\text{O}_7(\text{aq})$ 不必調成尿素大比重溶液，直接可以做實驗，觀察 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 離子於長條濾紙上的移動。但 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ 離子淡藍色，不易觀察，若以氨水薰之，則得氨銅錯離子為深藍色，較易觀察。

3.問題(三)電解產物的觀察

(1)課本內容是於燒杯內做電解實驗，陰、陽兩極全同一燒杯內，兩極間沒有隔膜易混合，難以鑑別其電解產物。如圖(四)

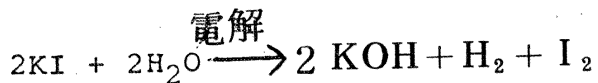
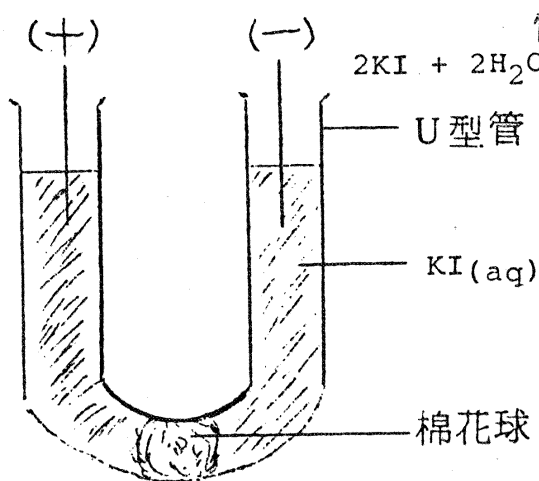


圖(四) 電解裝置

(2)改良方法：

①利用U型管，中置棉花

球分離電解產物，再利用不同試劑於支管中檢驗產品種類。如圖(五)，以 $\text{KI}(\text{aq})$ 電解為例。



a 電解前兩支管皆無色透明。

b 電解後 { (+)有Cl₂生成，
左支管為I₃⁻(aq) 褐色
(-)極右支管仍
為無色

圖(五) KI(aq) 於U型管中的電解

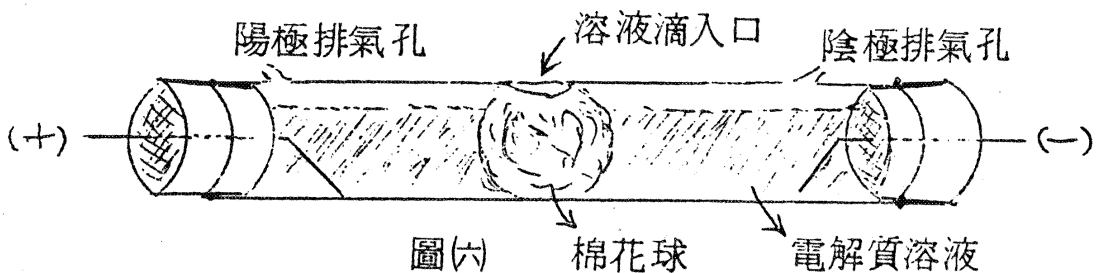
電解時，陰極支管上點火有爆鳴聲，證明有氫氣產生。

c 於(+)支管加入澱粉試劑變成藍黑色證明有I₂。

於(-)支管加入酚酞指示劑呈紫紅色，有KOH。

②利用橫玻管中置棉花球分離電解產物，如圖(六)。

以NaCl(aq) 電解為例：如下說明。



圖(六) 於橫玻管中觀察電解產物



a 電解前橫玻管 (+) (-) 兩端皆無色。

b 電解時，陽極排氣孔排出的氣體以碘化鉀澱粉試紙試之變藍黑色，判斷為氯。

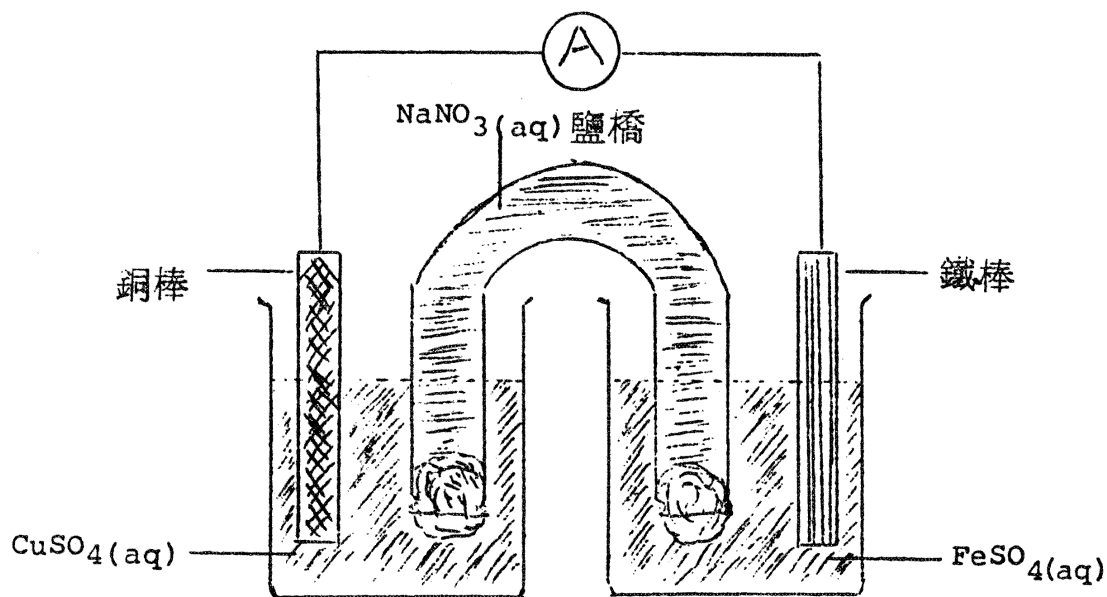
c (+)極加入廣用指示劑由綠變橙色，證明有部分 Cl_2 溶於此極。

d (-)極加入酚酞指示劑由無色變紫紅色，為鹼性證明有 NaOH 存在。

陰極排出的氣體，點火試驗有爆鳴聲，證明是。

4. 問題(四)化學電池

(1) 如圖(七)

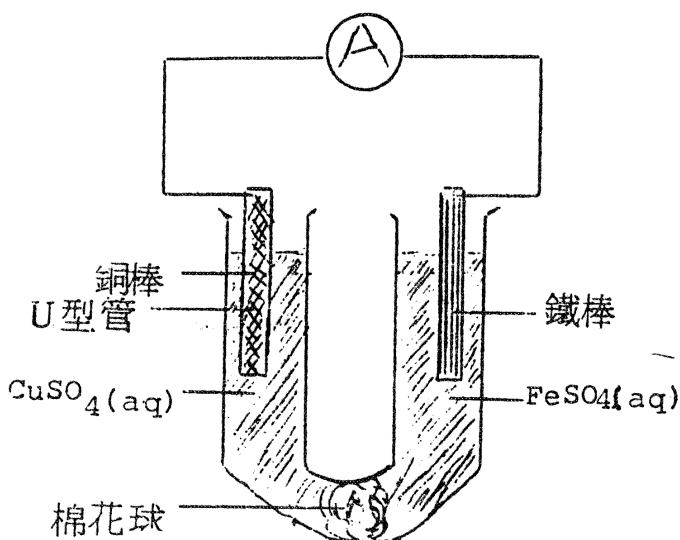


圖(七) 鐵—銅化學電池裝置

(2) 改良方法：

① 應用 U 型管裝置化學電池，如圖(八)。

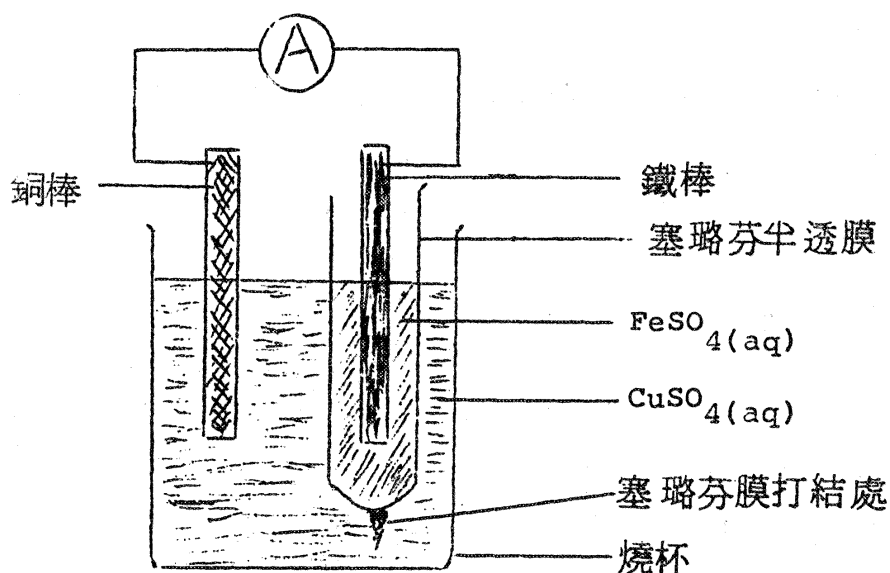
② 以紙巾或濾紙，衛生紙代替塩橋，不必 $\text{NaNO}_3(\text{aq})$ ，乾燥的紙巾可以把兩燒杯中的溶液往上吸



圖(八) U型管化學電池

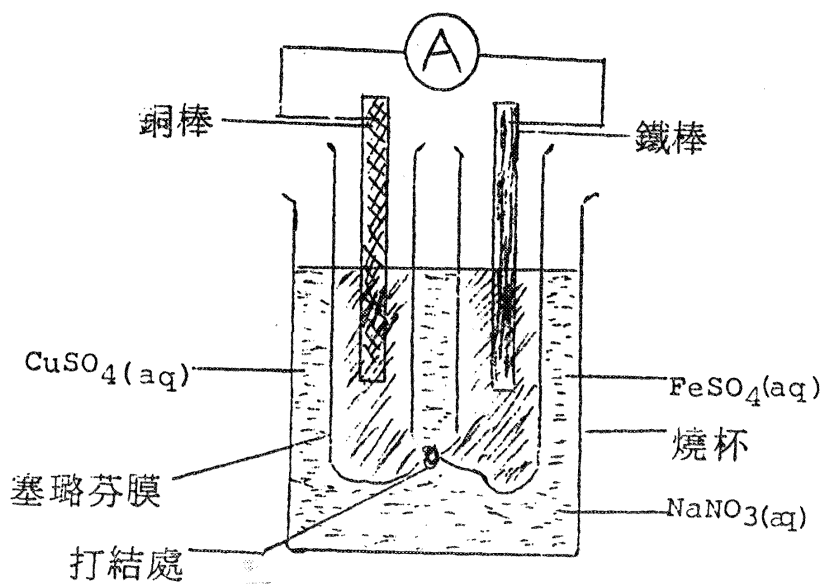
，當紙巾上的 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 和 $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ 相遇則可以產生電流。

③以塞璐芬半透膜代替塩橋，如圖(九)



④燒杯式塩橋：

取一段塞璐芬半透膜，中間打結如圖(十)，兩端各置電解液，放入有 $\text{NaNO}_3(\text{aq})$ 溶液的燒杯內。



四、討 論

- 1.問題(一)中的橫玻璃管可以取 $20\text{ mm} \times 160\text{ mm}$ 玻璃管，以本生燈加熱打洞即成。
- 2.在化學電池以紙巾代替塩橋最方便，而且可向學生說明毛細現象，且紙巾、濾紙之取用方便。
- 3.電解產物的觀察，可以使學生學習如何來檢驗一未知物質。

五、結 論

實驗儀器裝置的改良，實驗方法的改進設計，在化學教學上是一件重要的工作，更可以發現良好簡明的實驗方式，在啓迪學生科學精神，培養科學態度上有莫大的助益。

評語：本研究係作者對現行國中課本中有關電解質方面實驗的改進設計，共有四項。採用較簡便也易觀察的方法，同時可從不同的實驗方法，增進學生對基本觀念上的了解，對於教學效果甚有助益，值得給予鼓勵。