

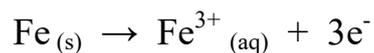
電蝕刻 (Electrical Etching)

一、實驗目的：

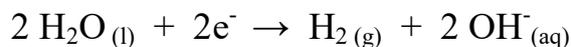
蝕刻 (Etching) 是在物體的表面，以化學強酸腐蝕、機械拋光研磨或電化學電解的方式，進行加工處理，除了增加美觀外，更可提高產品的附加價值。蝕刻的應用範圍廣泛，從企業的 Logo，到藝術品的設計；從傳統金屬加工，到高科技的半導體製作。

二、實驗方程式：

陽極 (正極，蝕刻的金屬)：



陰極 (負極，蝕刻筆的食鹽水)：



三、實驗原理：

電蝕刻是利用通入直流電來進行氧化還原電解反應。

	氧化 Oxidation	還原 Reduction
早期觀念	與氧結合之化學反應	與氫結合之化學反應
氧化數	氧化數增加	氧化數減少
得失電子	失去電子	得到電子
*氧化還原必然同時發生，亦可發生在同一位置。		

1、陽極(紅色，氧化反應)因為金屬失去電子，表面慢慢出現蝕刻狀態(鏤空的金屬表面略呈凹陷狀)，而且通電時間越久蝕刻深度越深越明顯。

陰極(黑色，還原反應)為得到電子而產生少量氫氣(電解質為飽和食鹽水)。

本實驗的蝕刻金屬表面連接電源的正極 (紅色鱷魚夾)，蝕刻筆(金屬鑷子+棉花)連接電源的

負極（黑色鱷魚夾），蝕刻筆的棉花處沾飽和食鹽水溶液。

2、本實驗使用的電解液為飽和食鹽水：食鹽水濃度高低，與電蝕刻的時間有直接的影響，（濃度越高，電蝕刻所需的時間較短）。食鹽水取得方便且無毒易回收，若將電解液改為醋酸，氫離子的還原電位比水分子為高，則電解反應所需的電壓減少，反應時間可縮短，但醋酸味道較為嗆鼻，建議至抽氣櫃內操作。一般的酸、鹼、鹽類均可以當本實驗的電解質

3、金屬活性越大，蝕刻所需的電壓越低，電化學蝕刻的電解反應越容易進行。金屬的活性大小： $Zn > Fe > Ni > Cu$ ，Zn 的活性最大，蝕刻所需的電壓最低；Cu 的活性最小，蝕刻所需的電壓最高。若蝕刻的金屬為不銹鋼（含鎳金屬和鐵金屬），蝕刻筆接負極（黑色電線），則可發現棉花棒的前端變成黃綠色，原因在於不銹鋼金屬鏤空處發生鎳金屬氧化反應，產生黃綠色的四氯化鎳離子錯合物（ $[NiCl_4]^{2-}$ ），而且鐵金屬發生氧化反應，產生鐵離子，形成黃褐色的氯化鐵（ $FeCl_3$ ）。

4.本實驗電蝕刻所使用的直流電來源為：USB行動電源(5V)或是手機充電裝置，再搭配USB充電線即可進行。將USB充電線外皮撥開，留下紅、黑兩條線，紅色為正極；黑色為負極。

四、器材與藥品

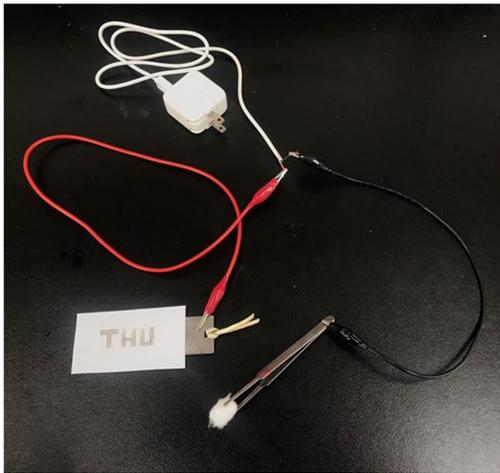
金屬片(5*3cm)一片	博士膜(卡點西德) 8*5cm 一張	美工刀*1
USB行動電源或插座*1	USB傳輸線*1	黑、紅色鱷魚夾線各*1
飽和食鹽水 5mL	金屬鑷子*1	棉花

五、實驗步驟：

1. 以酒精擦拭欲蝕刻的金屬片，以去除表面油膜。
2. 準備一張8×5 cm的博士膜，自行描繪文字或圖案（例如：「THU CHEM」），在博士膜上。再以美工刀割開鏤空的部份，然後轉貼到欲蝕刻的金屬表面上，



3. 紅色鱷魚夾導線一端夾住金屬片，另一端夾住USB傳輸線中紅色電線，黑色鱷魚夾導線一端夾住金屬鑷子，另一端夾住USB傳輸線中黑色電線(黑、紅電線勿接觸)，將裝置都接妥後(如下圖)，以行動電源或插座通電。棉花沾取少量食鹽水(可先將棉花泡入食鹽水中再擰乾)，用金屬鑷子夾住棉花輕輕接觸金屬片的裸空的文字或圖案。數秒後，仔細觀察棉花上發生的變化(產生氣泡並開始出現黃綠色)。緩慢地沿著裸空筆畫前進，約5分鐘後，擦乾表面，手摸表面感受蝕刻深度。



4. 通電時間越久，圖形刻痕越深。
5. 完成電化學蝕刻後撕下博士膜，實驗完成。

六、注意事項：

1. 本次實驗所用的行動電源的USB標準輸出電壓為5V，屬於低電壓，比9V鹼性電池安全。
2. 在電化學蝕刻前，必須先用酒精擦拭清潔被蝕刻的金屬表面，以去除油脂。
3. 在撥開USB傳輸線後，與鱷魚夾導線連接時，必須先用一小塊的膠帶絕緣各個電線後，再用膠帶纏緊，以預防兩線接觸而短路。
4. 為防止蝕刻文字或圖案擴散，博士膜(卡點西德)必須緊貼金屬表面，而且棉花棒沾的鹽水量不可過多。

七、問題：

1. 何謂氧化還原？
2. 陽極跟陰極的產物為何？
3. 如何縮短電蝕刻的時間？
4. 如何選擇電蝕刻的電解質？

八、參考資料：

1. Marcel Dedalus, How to Make an Electrochemical Etching,
http://www.ehow.com/how_12008429_make-electrochemical-etching.html#ixzz2jm5f3Gyx.
2. Universal Serial Bus (USB), <http://en.wikipedia.org/wiki/USB>.
3. 柯賢文編著，腐蝕及其防制（初版），民國 84 年，全華科技圖書，193-208。
4. 蝕刻法，台灣大百科全書，<http://taiwanpedia.culture.tw/web/content?ID=7353>。
5. file:///C:/Users/Joie/AppData/Local/Temp/52-11-4_本月專題-家庭化學實驗：行動電化學蝕刻_2242.pdf