

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱：除鏽佈新--生鏽小鐵件除鏽與電鍍研究

一、摘要：

本研究在處理因電池漏液所造成連接彈簧等小鐵件腐蝕生鏽的狀況，使小電器恢復功能。我們研究了鐵件除鏽和電鍍的各種方式，並建構出簡易、方便的除鏽、電鍍方式，並設計出小型的電鍍裝置，能專門用在小鐵件的電鍍。

最終設計出的處理程序，能有效使小鐵件恢復。而自製小型電鍍裝置，也能用較少的電解液，使用容易取得的 USB 電源，在自家進行電鍍，不僅方便、簡單、有效，還省錢又環保。

二、探究題目與動機

在生活中，有一些小型使用電池的電器，像電視、冷氣的遙控器，因長時間使用、或季節因素疏於注意，電池漏液而不知(圖一)，待連接電池的彈簧鐵件生鏽氧化造成接觸不良(圖二)、功能不正常才發覺。然拆洗清理、更換電池之後，仍不能順利使用，或是剛開始能正常工作，但很快的又接觸不良了！這往往是因為這些小鐵件雖經過研磨清洗，初期也許還能正常使用，但缺乏電鍍層的保護，很快又再度生鏽氧化，開始接觸不良。而這些小鐵件常常沒有什麼合適的備品可以替換，造成這些小鐵片生鏽，整個電器都不堪使用。

這時我就在想，若是可以利用一些簡易的方法，快速除鏽之後，再電鍍，讓它恢復正常，就不用為了小小的彈簧鐵件生鏽，而重購遙控器，甚至把整的電器汰換丟棄，花錢又製造垃圾！可以說是既經濟又環保。於是我就開始著手這小鐵件“除舊(鏽)佈新”的研究了。



圖一 漏液的電池



圖二 腐蝕生鏽的彈簧

三、探究目的與假設

- 1.不同成份的酸洗除鏽液除鏽能力的比較
- 2.比較陽極除鏽、陰極除鏽和酸洗除鏽的優缺點
- 3.比較電鍍銅和化學鍍銅哪一個效果較佳
- 4.比較電鍍鎳與化學鍍鎳哪一個效果較佳
- 5.鍍銅後再鍍鎳與直接鍍鎳的比較
- 6.設計一個操作程序及裝置，以簡易方便的恢復鐵件功能

四、探究方法與驗證步驟

1. 將除油後的鐵釘拿去浸泡 1M 鹽酸直到蒸發(圖三)，使其生鏽



圖三 將除油後的鐵釘浸泡至 1M 的鹽酸中直到蒸發

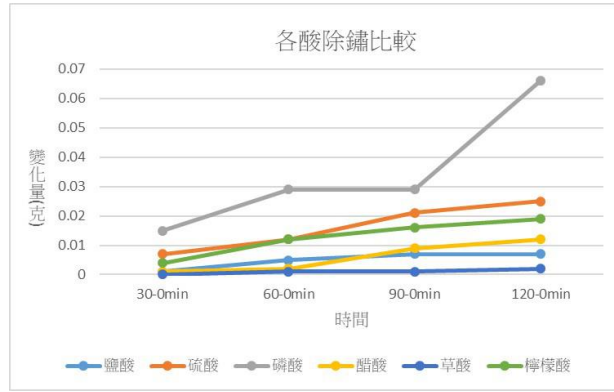
2. 把生鏽後的鐵釘浸泡至日常生活中常見的各個酸中，各 1M 的磷酸、檸檬酸、鹽酸、醋酸、草酸、硫酸(圖四)，並比較其除鏽效果(圖五)(表一)



圖四 浸泡至各個酸中除鏽

表一 鐵釘每個時段除鏽的克數

	鹽酸	硫酸	磷酸	醋酸	草酸	檸檬酸
0min	1.374g	1.510g	1.366g	1.461g	1.297g	1.256g
30min	1.373g	1.503g	1.351g	1.460g	1.297g	1.252g
60min	1.369g	1.498g	1.337g	1.459g	1.296g	1.244g
90min	1.367g	1.489g	1.327g	1.452g	1.296g	1.240g
120min	1.367g	1.485g	1.320g	1.449g	1.295g	1.237g



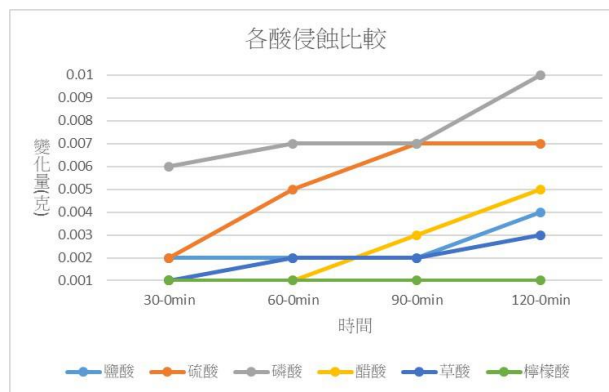
圖五 鐵釘除每個時段除鏽的克數數據

(1.) 從中排列除鏽強度為磷酸>硫酸>檸檬酸>醋酸>鹽酸>草酸

3. 另外將除油後的鐵釘浸泡至日常生活中常見的各個酸中，各 1M 的磷酸、檸檬酸、鹽酸、醋酸、硫酸、草酸，並比較其侵蝕效果(圖六)(表二)

表二 鐵釘在每個時段侵蝕的克數

	鹽酸	硫酸	磷酸	醋酸	草酸	檸檬酸
0min	1.449g	1.488g	1.461g	1.483g	1.421g	1.442g
30min	1.447g	1.486g	1.455g	1.482g	1.420g	1.441g
60min	1.447g	1.483g	1.454g	1.482g	1.419g	1.441g
90min	1.447g	1.481g	1.454g	1.480g	1.419g	1.441g
120min	1.445g	1.481g	1.451g	1.478g	1.418g	1.441g



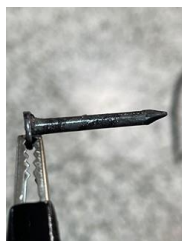
圖六 鐵釘在每個時段侵蝕的克數數據

(1.) 從中排列其侵蝕強度為磷酸>硫酸>醋酸>鹽酸>草酸>檸檬酸

(2.) 雖然磷酸除鏽效過最佳，但侵蝕度強，不適宜當除鏽的溶液，而檸檬酸雖除鏽效果

不是最好的，但效果也不差，且侵蝕強度弱，非常適宜當除鏽溶液

4. 將生鏽鐵釘用陰極和陽極除鏽各 40 分鐘、5 伏特，電解液為碳酸鈉，並相互比較(圖七)(圖八)(圖九)(圖十)，再和前面的酸洗除鏽比較



圖七 陰極除鏽後的鐵釘 圖八 陰極除鏽後杯裡鐵釘表面上掉落的鏽



圖九 陽極除鏽後的鐵釘 圖十 陽極除鏽後杯裡鐵釘表面上掉落的鏽

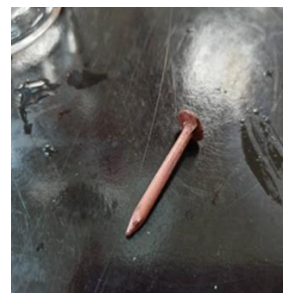
(1.) 在(圖八)和(圖十)的照片中可清楚知道，陰極除鏽後的鐵釘掉落較多的鏽，而陽極除鏽後的鐵釘掉落的鏽較少，而在(圖七)(圖九)的照片中也可以知道陰極除鏽後的鐵釘表面生成一層黑色的氧化物，而陽極除鏽的鐵釘表面還有許多鏽未除掉，可從中得知，陰極和陽極除鏽效果皆不好

(2.) 而和前面的酸洗除鏽比，雖然電鍍時間比酸洗時間少但危險性高，也較不方便，故使用酸洗除鏽較為妥貼

5. 將酸洗除鏽後的鐵釘電鍍銅，電解液為硫酸銅(圖十一)，1 分鐘、5 伏特，化學鍍銅，化學鍍銅溶液(斐林試劑)(表三)，2 小時(圖十二)，並相互比較

表三 斐林試劑配方

硫酸銅晶體	17.3g/250ml
酒石酸鉀鈉	81.5g/250ml
氫氧化鈉	32.5g/250ml



以 4:1 比例取斐林試劑(4)乙二醛(1)及為化學鍍銅溶液 圖十一 電鍍銅後的鐵釘 圖十二 化學鍍銅後的鐵釘

(1.) 在(圖十一)(圖十二)的照片中可知，電鍍銅後的鐵釘表面生鏽，無法順利鍍上銅，而化學鍍銅後的鐵釘可以順利鍍上銅，雖然化學鍍銅耗費的時間較多，但效果較佳

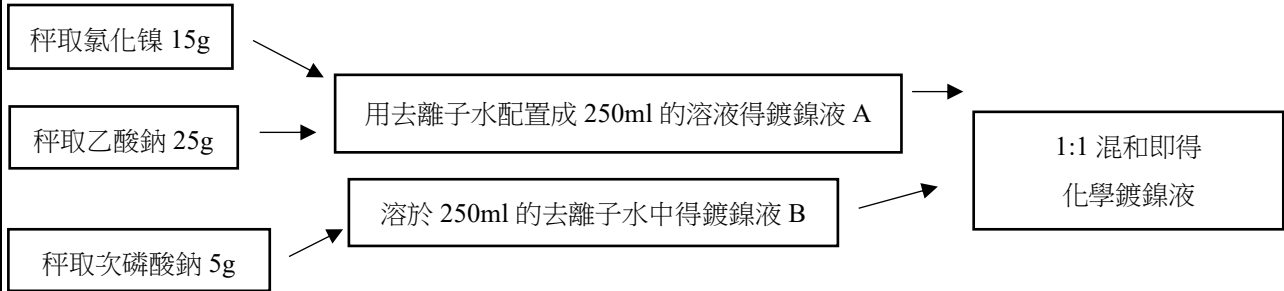
6. 將鍍銅後的鐵釘化學鍍鎳，電鍍鎳溶液(瓦茲浴)(表四)，2 小時(圖十三)和電鍍鎳，化學鍍鎳溶液(圖十五)，30 分鐘，6 伏特(圖十四)，並相互比較

表四 瓦茲浴的配方

硫酸鎳	240g/L
氯化鎳	45g/L
硼酸	30g/L
溫度	50 度



圖十三 鍍銅後化學鍍鎳的鐵釘 圖十四 鍍銅後電鍍鎳的鐵釘



化學鍍鎳配方(圖十五)

(1.)在(圖十三)(圖十四)中可以看到電鍍銅效果較差而化學鍍銅可以成功鍍上去，無光澤性，雖時間較長，效率低，但方便也無須接線插電，最後也能成功鍍上鎳

7. 除鏽後的鐵釘直接電鍍鎳 30 分鐘，6 伏特(圖十六)，並和前面鍍銅後電鍍鎳和化學鍍鎳的鐵釘相互比較

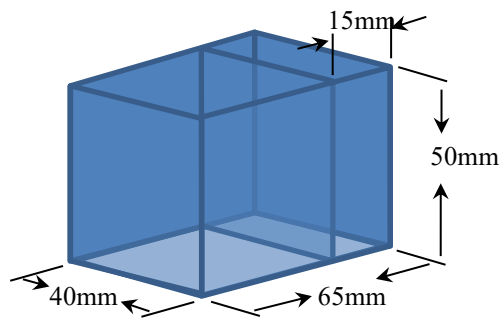


圖十六 除鏽後直接電鍍鎳的鐵釘

(1.)從(圖十三)(圖十六)可得知兩種方式皆可以順利鍍上鎳，論效率為步驟 7 方法較適合，論光澤性鍍銅後化學鍍鎳較佳，而(圖十六)的鐵釘表面相對於較粗糙，且電鍍鎳危險性較高

8. 自製電鍍器，將隨手可用的 USB 線當作電流線

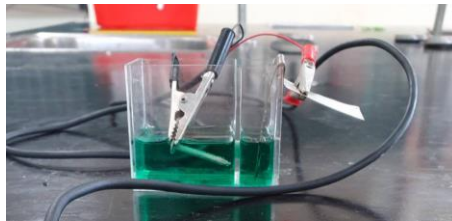
- (1.) 自製壓克力容器，長寬高約 65mm*40mm*50mm，可裝下這些小鐵片，在容器一邊裝上金屬片作為正極，另一邊連接小鐵件作為負極，兩極之間以通透隔板隔開以免短路。需要電解或電鍍時將電解液加入槽中，接上 USB 電源電解，示意圖入下(圖十六)，成品(圖十七)(圖十八)



圖十七 自製電鍍器示意圖



圖十八 自製電鍍器成品圖



圖十九 自製電鍍器成品圖

五、結論與生活應用

家裡小型電器所使用的鐵器，若是生鏽，先別急著換新的，也別急著丟掉，可以使用兩種方式讓他回復功用，第一個先用檸檬酸除鏽，原因為檸檬酸雖不是除鏽最厲害的，但侵蝕效果差，較不容易使鐵件侵蝕，而只要時間泡的久，鏽也可除去，之後再進行化學鍍銅，再化學鍍鎳，雖然耗費時間長，但只須放在家裡，也無須接電、接線，非常方便，而第二種方法，可以先用檸檬酸除鏽再用我們自己自製的電鍍器鍍鎳，放入先前配置好的瓦茲浴(製作方式見步驟六)，不僅操作容易也容易攜帶，接線也方便，只需要一個插頭便能接線鍍鎳，但也因為電流小，鍍鎳時間增加，雖然耗時長，但最後仍可以鍍上鎳，這樣不僅可以省錢、使生鏽鐵件得以回復使用外，也可以讓大自然少了一份垃圾，而我最建議的則為第二種方法，因為化學鍍鎳需隔水加熱很麻煩，所以我比較喜歡第二種方法，拿自製電鍍器加入瓦茲浴進行電鍍鎳。

參考資料

1. 公共電視台(無日期) 可樂可以用來除鏽，是真、是假? 科技大觀園(2015/12/14)。取自: <https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sKhU.htm>
2. 光明網(無日期) 檸檬汁能除鏽?真的! 壹讀(2014/09/12)。取自: <https://read01.com/zh-tw/oLGG8D.html#.YEVxVJ0zZPZ>
3. 聰慧表面處理網(無日期) 工藝解析：化學鍍鎳液的穩定性研究 壹讀(2014/08/26)。取自: <https://read01.com/PzMOzL.html#.YEV0s50zZPZ>
4. 林西音，金屬電鍍學，初版，五洲出版社，(民國 76 年 2 月)
新北市立新北高中，新北高中 106 學年度高一多元選修[科學基礎技能-化學篇]
5. 楊聰仁，電鍍鎳與無電鍍鎳實驗，(無日期)