

2022 年【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：清鏽佳人-以 EDTA-4Na 與氨水清除生活中常見之銅鏽

一、摘要：

本實驗建立實用且具有效清除生活中銅鏽之方法，並結合校內化學課程所學，欲利用螯合反應與復溶反應，分別以 37.5 %、1 %、0.75 %、0.7 %、0.6 %、0.5 % 之 EDTA-4Na 水溶液及稀釋之 34 %、1 %、0.75 %、0.6 %、0.5 % 氨水水溶液探討在何種濃度下，能最有效溶解碳酸鈉，再進一步測試其濃度之溶液是否亦能使水龍頭上的銅綠溶解。

二、探究題目與動機

我們發現校園裡的水龍頭，甚至是在眼鏡上，都有綠色的不明物體，而人們常將其視作「青苔」，但經由深入了解後，就會發現它是「銅綠」。而我們欲藉由從化學課學到的沉澱反應中以復溶之原理，試著以生活周遭可取之物，將其還原，使物體使用壽命更長久。



三、探究目的與假設

(一) 研究目的

我們假設於水龍頭上的綠色物體應為青苔或生鏽金屬，經由討論後，我們認為青苔為潮濕下才會生長之綠藻，不太可能於日常生活用品中出現，推測非主要因素，故排除此種可能。而有一開始的推斷與搜尋文獻資料，再加上去眼鏡行詢問店員後，也了解眼鏡骨架多是由銅金屬製成，接下來，我們綜合所學，認知銅為最廣泛運用在生活周遭的金屬，故我們合理推斷水龍頭及眼鏡上的綠色物體應為銅鏽。而我們想探討是否能藉化學課所學應用於去除生活中的銅鏽，因此，我們想檢測以下幾項假設：

1. 製造碳酸銅固體
2. 以較低濃度之 EDTA-4Na 水溶液溶解碳酸銅固體
3. 以較低濃度之之氨水水溶液溶解碳酸銅固體
4. 利用上述兩點假設之較低濃度水溶液溶解水龍頭上的銅鏽

(二) 實驗原理

1. 利用螯合劑原理去除金屬離子：乙二胺四乙酸二鈉 (EDTA-4Na)

經文獻資料顯示，金屬螯合劑 EDTA-4Na 可透過螯合劑與金屬離子結合，形成穩定化合

物，此外，在醫學上也可進行螯合療法，與體內重金屬離子結合並恢復身體機能。根據此特性，欲探討 EDTA-4Na 是否可以清洗生活中常見之銅鏽。

而為了符合經濟效益，在日常生活中清洗水龍頭時避免浪費掉太多 EDTA-4Na，我們嘗試以越低濃度越好為原則，尋找能清洗掉銅鏽的最低限度濃度。

2. 沉澱復溶：銅氨溶液 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2](\text{OH})_2$

除了螯合反應，我們希望可透過取得身旁常見的物品達成清洗的目的，因此我們想到氨水，而此為復溶反應。根據製備碳酸銅的反應式，可以發現碳酸銅視為沉澱後的產物，故我們利用鹼性且易取得的氨水進行沉澱後溶解（復溶），最後會生成銅氨溶液，而我們同樣以尋找最低濃度限度為目標，進行實驗。

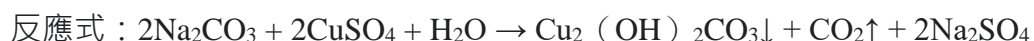
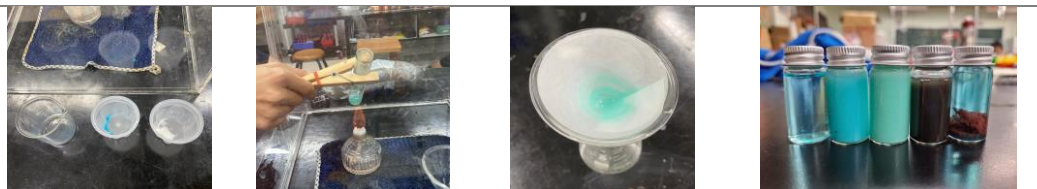
四、探究方法與驗證步驟

實驗一、配製碳酸銅

(一) 步驟

步驟 1-1	取 0.2 g 硫酸銅與 0.27 g 碳酸鈉，配置 0.46 % 碳酸銅水溶液
步驟 1-2	將碳酸銅水溶液加至試管
步驟 1-3	以夾子夾取試管至酒精燈加熱
步驟 1-4	待試管中顏色漸呈淡綠色，停止加熱
步驟 1-5	將溶液以濾紙過濾
步驟 1-6	將其置至烘箱，待其烘乾後取出

(二) 圖例說明



實驗二、檢測不同濃度之 EDTA-4Na 水溶液對碳酸銅之溶解效果

(一) 步驟

步驟 2-1	分別配製 37.5 %、1 %、0.75 %、0.7 %、0.6 %、0.5 % 之 EDTA-4Na 水溶液
步驟 2-2	以 37.5 % EDTA-4Na 水溶液為例，將 0.2 g 碳酸銅取至小試管中，並以滴管吸取 3 mL EDTA-4Na 水溶液滴入，最後觀察溶解狀況
步驟 2-3	使用玻棒攪拌後，觀察其溶解狀況

(二) 圖例說明



實驗三、檢測不同濃度之氨水對碳酸銅之溶解效果

(一) 步驟

步驟 3-1	配製 34 % 飽和濃度並分別稀釋至 1 %、0.75 %、0.6 %、0.5 %
步驟 3-2	在小試管內各放入 0.2g 的碳酸銅，並用滴管吸取 3 mL 的氨水水溶液滴入
步驟 3-3	使用玻棒攪拌後，觀察其溶解狀況

(二) 圖例說明



實驗四、檢測不同濃度之 EDTA-4Na 水溶液對水龍頭上之銅鏽的去除效果

(一) 步驟

步驟 4-1	以滴管分別吸取實驗二之配製的不同濃度之 EDTA-4Na 水溶液
步驟 4-2	將廢棄水龍頭至於透明盒子中，以便觀察
步驟 4-3	將不同濃度之 EDTA-4Na 水溶液滴在廢棄水龍頭上，並觀察其在不同濃度下對水龍頭上之銅鏽去除狀況

(二) 圖例說明



實驗五、檢測不同濃度之氨水水溶液對水龍頭上之銅鏽的去除效果

(一) 步驟

步驟 5-1	以滴管分別吸取實驗三之配製的不同濃度之氨水水溶液
步驟 5-2	將廢棄水龍頭至於透明盒子中，以便觀察
步驟 5-3	將不同濃度之氨水水溶液滴在廢棄水龍頭上，並觀察其在不同濃度下對水龍頭上之銅鏽去除狀況

(二) 圖例說明

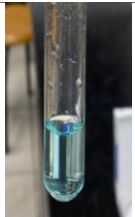

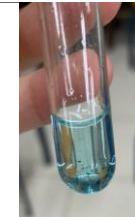
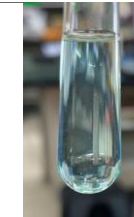




五、結論與生活應用

(一) 討論

討論一、不同濃度之 EDTA-4Na 水溶液對 0.2 g 碳酸銅固體的溶解狀況

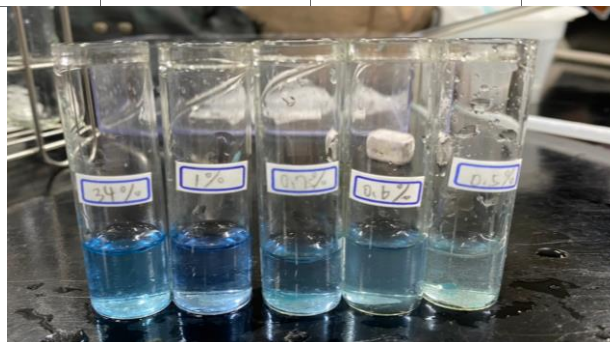
本實驗建立具實用且具有效清除生活中銅鏽之方法，使生活中之銅鏽能在化學藥品的使用下清除，先使用金屬螯合劑 EDTA-4Na，將其配製成不同濃度之水溶液，並以肉眼目視並觀察在不同濃度下溶解銅鏽的情形，結果如下：

百分濃度	37.5 %	1 %	0.75 %	0.7 %	0.6 %	0.5 %
溶解情形	完全溶解	完全溶解	部分溶解	部分溶解	少數沉澱	明顯沉澱
						

其中，在飽和濃度及 1 % 的溶液下，都能將碳酸銅完全溶解，0.75 % 及 0.7 % 仍殘留一些固體，而 0.6 % 殘留的固體比 0.75 % 及 0.7 % 還要多，在 0.5 % 下，則可觀察到明顯固體顆粒沉澱，故我們推測能螯合銅鏽之 EDTA-4Na 水溶液最低限度濃度介於 1 %~0.75 % 之間。

討論二、不同濃度之氨水水溶液對 0.2 g 碳酸銅固體的溶解狀況

百分濃度	34 %	1 %	0.7 %	0.6 %	0.5 %
溶解情形	完全溶解	部分溶解	部分溶解	明顯沉澱	明顯沉澱



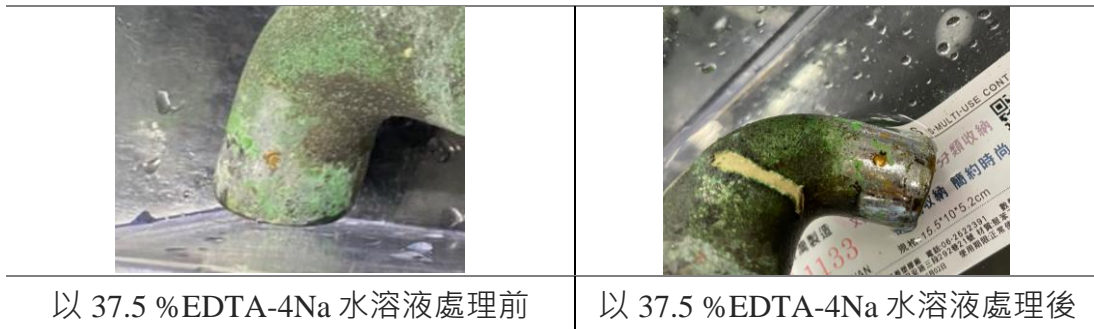
欲在生活中找尋除鏽之化學藥品，我們選擇了便宜又容易取得的氨水，配置成不同濃度的溶液，利用沉澱復溶原理使其形成銅氨溶液，也能有效去除銅鏽。

討論三、不同濃度 EDTA-4Na 水溶液與氨水水溶液對水龍頭上之銅鏽的去除效果

再來，我們將配製的不同濃度 EDTA-4Na 水溶液與氨水水溶液拿去試著溶解廢棄水龍頭上

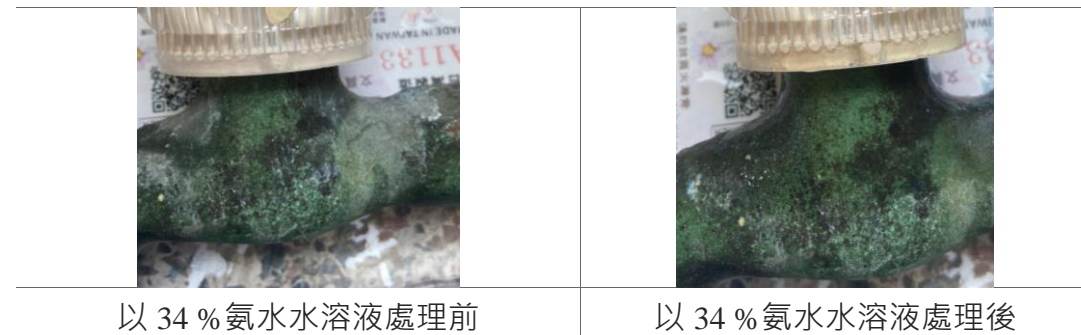
之銅鏽，結果如下：

1. 不同濃度之 EDTA-4Na 水溶液



我們發現在飽和濃度 37.5 % 下能最有效將銅鏽溶解，而在 1 % 濃度下溶解狀況不明顯，但仍可以肉眼辨識其去除銅鏽之效果，但當在 0.75 % 以下之濃度下，溶解狀況不能以肉眼辨識出，推測其溶解效果有限，因此，若要以 EDTA-4Na 水溶液去除生活中的銅鏽，在飽和濃度 37.5 % 下能達到最佳效果。

2. 不同濃度之氨水水溶液



我們以肉眼觀察，發現即使使用配製之最高濃度 34 % 氨水水溶液，仍無法對於去除廢棄水龍頭上之銅鏽有顯著效果，我們推測可能由於銅鏽時間生成過久，亦或者需以大量或濃度更高之氨水水溶液才能顯現其溶解效果，但大量或高濃度之氨水對環境有害，故不以氨水作為清除銅鏽之工具。

討論四、找出最大經濟與環境效益

經由實驗檢測不同濃度 EDTA-4Na 水溶液與氨水水溶液對生銅鏽之廢棄水龍頭的去鏽效果，我們得知在 37.5 % 之 EDTA-4Na 水溶液與在 34 % 之氨水水溶液能有相較之下最顯著之去鏽效果，接著，我們欲計算其成本，試找出最大成本效益，結果如下：

- EDTA-4Na 80 元/100 g
- 氨水 36 元/100 mL

	37.5 % 之 EDTA-4Na 水溶液	34 % 之氨水水溶液
溶質(g)	37.5	34
溶液(g)	100	100
價格(元)	30	12.24

從上表可得知，以 37.5 g EDTA-4Na 並加水至 100 mL，其成本為 30 元；而 34 % 之氨水水溶液成本為 12.24 元，然而，從實驗結果可之 34 % 氨水水溶液溶解銅鏽效果並不顯著，故氨水水溶液成本雖較低，但若要達成顯著之去銅鏽效果可能須使用更大量溶液，會對環境造成傷害，因此，相較之下 37.5 % 之 EDTA-4Na 水溶液較符合經濟與環境效益。

(二) 結論

1. 以 37.5 % EDTA-4Na 飽和溶液能以肉眼看出清除水龍頭上之銅鏽的效果
2. 以 34 % 氨水水溶液清理水龍頭上之銅鏽效果不顯著
3. 比較 EDTA-4Na 水溶液與 34 % 氨水水溶液，為符合經濟與環境效益，37.5 % EDTA-4Na 水溶液為較適合之應用

(三) 生活應用

1. EDTA-4Na 在醫學上也可進行螯合療法，與體內重金屬離子結合並恢復身體機能
2. 將復溶原理應用於生活中，用氨水或 EDTA-4Na 來去除使用時間久的水龍頭或眼鏡鼻墊上面的銅鏽，避免破壞內部的金屬結構，以增長物品的使用期限
3. 銅綠的化學成分很穩定，對銅有很強的保護作用，常拿來使用在銅製工藝品上，防止銅的繼續腐蝕

參考資料

- 一、碳酸銅製備方法：https://www.locks.wiki/a_jiankang/202110/691752.html
- 二、EDTA 四鈉溶解度：<https://kknews.cc/zh-tw/news/obx6mo.html>
- 三、螯合：<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=48530>
- 四、中華民國第 59 屆中小學科學展覽會一物「糙」所「植」~探討糙米植酸的作用及自製糙植凝膠。
- 五、、高一化學(全)課本。龍騰版。
- 六、自由女神的皮膚其實是銅綠？<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4907>
- 七、保存千年的青銅器不敗的原因 <https://kknews.cc/science/jrlpmx6.amp>
- 八、黃銅防氧化的藝術 <https://ppfocus.com/hk/0/he36cc809.html>
- 九、不鏽鋼與一般銅合金水龍頭 <https://www.strongltd.com.tw/zh-TW/faq/Strongco-faq-12.html>