

# 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：殊途銅歸～銅的氧化還原實驗探討

### 一、摘要：

因疫情緣故而規定佩戴口罩的要求促發我們想到了這次的研究主題，若能減少奈米銅的氧化，說不定能應用於口罩，亦能在油墨市場為我們帶來貢獻，因此我們決定以奈米銅的氧化還原為出發點進行探討，並決定出以下兩個主要實驗方向。

實驗一在探討將銅加熱氧化成氧化銅，再透過氧化還原過程，將氧化銅還原為銅的過程中，不同的加熱方式及時間，所形成的氧化銅，在數位式顯微鏡觀察下，比較氧化銅的形成時，外觀及顏色的差異，比較不同的加熱方式形成的氧化銅是否形成奈米現象？

實驗二，再利用鎂加酸形成氫氣的過程，酸選用鹽酸及硫酸，比較在不同濃度的鹽酸與硫酸，與氧化銅作用後，將氧化銅還原為金屬銅，比較形成的金屬銅的外觀及顏色的差異。

在實驗討論及結論中，比較氧化銅與金屬銅在不同實驗環境下，形成條件的差異，比對文獻及實驗結果，探討氧化銅是否有其他的相關應用。

### 二、探究題目與動機

2020 年初新冠肺炎在全球各地肆虐，造成前所未見的嚴重衝擊和影響，觸發我們開始探討是否有相關課題的研究能夠提出應用端的發想。在上網搜尋相關之後，發現可應用銅製品來減低交互感染風險的防疫措施，但銅製品會有氧化現象，如何保持銅製品表面清潔並延長其殺菌效果，本小組認為是值得探究的議題，決定聚焦於奈米銅的氧化，期望能找到減低銅製品氧化和提高防護效益的方法，搜尋到有關「多孔性銅之製作」，探討銅片在空氣中加熱氧化形成氧化銅，會形成氧化物奈米線，因為實驗條件的加熱時間為 2~48 小時，我們的實驗環境及條件無法配合，小組討論時，提到如果將加熱時間往下調整，實驗結果是否會有差異。

### 三、探究目的與假設

- (一) 不同的加熱方式(酒精燈或烤箱)在不同的加熱時間下，比較氧化銅的形成條件。
- (二) 鎂及不同濃度的鹽酸與硫酸作用，產生的氫氣與氧化銅作用，比較金屬銅的形成條件。
- (三) 探討不同形成條件的氧化銅及金屬銅，可能的應用。

### 四、探究方法與驗證步驟

## (一) 實驗概念與規劃

有關「多孔性銅之製作」，探討銅片在空氣中加熱氧化形成氧化銅，會形成氧化物奈米線，因為實驗條件的加熱時間為 2~48 小時，我們的實驗環境及條件無法配合，小組討論時，提到如果將加熱時間往下調整，實驗結果是否會有差異，經過討論後，決定實驗架構包括兩個主要實驗方向，詳如圖一所示。



圖一：實驗架構圖

## (二) 實驗步驟

### 1、實驗一：

不同的加熱方式(酒精燈或烤箱)在不同的加熱時間下，比較氧化銅的形成條件。實驗步驟詳列如表二所示。

表二：實驗一的實驗步驟

步驟	具體內容
1	取新購置的銅片，以坩鍋夾夾住，在酒精燈上加熱，加熱時間為 60 分鐘，加熱時間結束後，靜置冷卻，分別使用數位相機及數位顯微鏡，觀察並記錄形成的氧化銅，紀錄氧化銅的外觀及顏色。
2	同步驟(1)，取新購置的銅片，將酒精燈加熱時間調整為 90 分鐘及 120 分鐘，分別操作一次，使用數位相機及數位顯微鏡，觀察並記錄形成的氧化銅，並比較使用酒精燈加熱金屬銅，在不同加熱時間下，形成的氧化銅在外觀及顏色上的差異。
3	同步驟(1)，將酒精燈加熱條件，改成使用烤箱加熱，先將烤箱預熱，待溫度穩定後，將銅片放入烤箱，開始計時 60 分鐘，待加熱時間結束，靜置冷卻，分別使用數位相機及數位顯微鏡，觀察並記錄形成的氧化銅。
4	同步驟(3)，將烤箱加熱時間調整為 90 分鐘及 120 分鐘，分別操作一次，使用數位相機及數位顯微鏡，觀察並記錄形成的氧化銅，並比較使用酒精燈加熱金屬銅，在不同加熱時間下，形成的氧化銅在外觀及顏色上的差異。
5	觀察並比較在不同加熱條件(酒精燈及烤箱)，以及不同加熱時間下(60 分鐘、90 分鐘及 120 分鐘)，形成的氧化銅在外觀及顏色上的差異，找出較佳的氧化銅形成條件。

### 實驗結果說明：

實驗結果發現，使用硫酸與金屬鎂粉進行氧化還原反應，以 2M 硫酸產生的金屬銅較多，紅色分佈較多也較均勻，3M 的硫酸因為濃度較大，氫氣產生的反應速率較快，推測氫氣會快速集中在實驗裝置的上方，影響氧化銅進行氧化還原的效應，形成的金屬銅在三種濃度間，效果較差，經過討論，後續的實驗建議以 2M 的硫酸進行實驗及反應。

2、實驗二：鎂及不同濃度的鹽酸與硫酸作用，產生氫氣與氧化銅作用，比較金屬銅的形成條件。實驗步驟詳列如表三所示。

表三：實驗二的實驗步驟

步驟	具體內容
1	實驗裝置，取一玻璃空瓶，塑膠上蓋以電鑽挖一個小洞，取一條橡皮管，穿過小洞後以熱熔膠封住，塑膠上蓋外部以長尾夾夾住，橡皮管外部管口插入 25 毫升針筒，靜置待用。
2	取一 50 毫升小燒杯，以電子秤量取 0.8 克金屬鎂粉，倒入小燒杯中，在燒杯上方，以雙面泡棉將實驗一形成的氧化銅，黏貼固定在燒杯上方，將實驗裝置的橡皮管下方，插入小燒杯中，在將上蓋鎖緊，靜置待用。
3	配置 3M 硫酸水溶液，以針筒吸取 10 毫升，插入橡皮管上端管口，放開長尾夾，將硫酸水溶液慢慢注入小燒杯中，與金屬鎂粉作用產生氫氣，與燒杯上方的氧化銅進行氧化還原反應，形成金屬銅，以數位相機及數位顯微鏡進行記錄，紀錄形成的金屬銅，外觀及顏色。
4	同步驟(3)，將硫酸的濃度及體積，分別調整為 2M 硫酸 15 毫升，1M 硫酸 30 毫升，分別操作一次，以數位相機及數位顯微鏡進行記錄，比較形成的金屬銅，外觀及顏色。
5	重複步驟(3)及步驟(4)，將硫酸水溶液改成鹽酸水溶液，分別操作三次，以數位相機及數位顯微鏡進行記錄，比較形成的金屬銅，外觀及顏色。
6	比較在不同的酸性溶液(硫酸及鹽酸)，在不同的濃度(1M、2M 及 3M)作用下，與金屬鎂粉作用產生的氫氣，與氧化銅進行氧化還原反應，所形成的金屬銅，在外觀及顏色上的差異。
7	進行相關討論，並討論相關延伸及應用。







實驗結果說明：

實驗結果發現，以不同濃度的鹽酸進行反應，與硫酸有一致的結果，以 2M 的鹽酸，產生的氫氣進行氧化還原反應，形成的金屬銅較多，分佈也較均勻，與硫酸的實驗結果相比較，可以發現，在 3 種濃度的硫酸及鹽酸的六個實驗組合中，以 2M 硫酸產生的金屬銅最多，以分布來看，以 2M 的鹽酸產生的金屬銅較均勻，應用範圍較大，經過討論後，以 2M 鹽酸進行反應，在實驗時，增加 2M 鹽酸的體積及金屬鎂粉的重量，以針筒推入鹽酸時，減慢速度，因為增量產生氫氣，實驗裝置內的壓力較大，反應速率減緩，希望可以讓氧化銅充分進行氧化還原反應，產生較均勻的金屬銅。

### (三) 研究分析與結果





#### 1、實驗相片說明

(1) 拍攝和彙整實驗一進行過程如圖二說明。

金屬銅片	使用酒精燈加熱	數位顯微鏡與筆電連線
		
酒精燈加熱後的銅片及氧化銅	使用烤箱加熱的金屬銅片	烤箱加熱後的銅片及氧化銅
		

圖二：實驗一實作過程

2、拍攝和彙整實驗二進行過程如圖三說明。

玻璃瓶上方的長尾夾及針筒	針筒吸取硫酸水溶液	小燒杯、鎂粉及氧化銅	硫酸與鎂粉作用產生氫氣
			

圖三：實驗二實作過程

#### (四) 實驗討論

##### 1、 實驗一討論

##### (1) 酒精燈加熱討論

使用酒精加熱時，酒精燃燒的火焰會因為空氣流動而飄移，加熱位置無法固定，且以手持坩鍋夾 120 分鐘來看，加熱位置更難固定，並且會受到酒精火焰中，內焰及外焰溫度不同的影響，造成金屬銅片加熱條件不穩定，雖然酒精燈的火焰溫度較烤箱更高，觀察加熱後的銅片，發現以酒精燈加熱的銅片，表面較黑，代表燃燒過程中產生較多的氧化銅，可是透過數位顯微鏡觀察，發現表面較為粗糙不平，對於實驗二再將氧化同還原為金屬銅，對照在電解電鍍實驗中，對於金屬表面的處理，我們判斷，粗糙的表面會影響後續的實驗結果，經過討論排除以酒精燈加熱的方式進行實驗一，金屬銅片氧化為氧化銅的實驗環境。

##### (2) 烤箱加熱討論

使用烤箱加熱時，可以發現，因為烤箱環境的關係，金屬銅片的加熱較均勻，金屬銅片呈現均勻的變色，加熱時間愈久，變色愈明顯，表示產生的氧化銅愈多，可是，因為加熱溫度比酒精燈低，在數位顯微鏡下觀察，變黑的部分較少，考慮延續到實驗二的實驗環境，經過討論後，以烤箱為本次實驗的加熱條件，但是可以逐次增加烤箱加熱的時間，觀察並比較形成的氧化銅，並比較進行實驗二時，實驗結果的差異。

## 2、 實驗二討論

### (1) 使用硫酸

使用不同濃度硫酸與金屬鎂粉反應產生氫氣，實驗結果發現，2M 硫酸形成的金屬銅較多且紅色部分較明顯，研判是因為反應速率的影響，實驗中，1M(30 毫升)、2M(15 毫升)及 3M(10 毫升)，在過量鎂粉的條件下，氫離子的莫耳數相同，產生氫氣的量也相同，差異在濃度會影響反應速率，也會影響反應程度，與實驗 2-2 使用鹽酸的反應相比較，使用硫酸進行反應，表面較粗糙，粗糙的表面要形成奈米現象，會造成結構間參差不齊造成的互相干擾，經過比較與討論，決定以鹽酸作為實驗二的實驗條件。

### (2) 使用鹽酸

使用鹽酸進行反應時，以 2M 的鹽酸效果較佳，產生的金屬銅較多，表面也較均勻，表面均勻較可能產生奈米現象，經過比較與討論後，決定以 2M 鹽酸進行測試，增加鹽酸及金屬鎂粉的份量，減慢鹽酸注入的速度，增加氫氣的體積及瓶內壓力，讓氧化銅的氧化還原反應更完全，產生的金屬銅更多，如果使用更精密的攝影機，應該可以觀察到氧化銅及銅的奈米現象。

## 五、結論與生活應用

結論：

(一) 使用酒精燈加熱銅片，因為火焰及加熱位置不易固定，加熱環境不易控制，為不可控因素，予以排除。

(二) 使用烤箱加熱，溫度較低，可是加熱環境均勻且穩定，加熱的銅片表面反應均勻，有利於實驗二，可以增加烤箱加熱時間，讓反應更完全。

(三) 本次以烤箱持續加熱 120 分鐘以上為實驗條件。

(四) 使用不同濃度的硫酸及鹽酸，以 2M 濃度產生的金屬銅較多且均勻，研判是反應速率影響反應結果。

(五) 比較硫酸及鹽酸的實驗結果，以鹽酸形成的金屬銅，較多也較均勻，以鹽酸為本次實驗條件，增加鹽酸及鎂粉的份量，提高反應效率，若使用更精密的儀器，期待觀察到氧化銅及金屬銅的奈

米現象。

生活應用：

經過實驗與結果分析，我們在想若延長加熱時間是否能使實驗結果更為準確，另外，因設備的限制，我們無法確實確認我們的實驗是否已達到奈米現象，若能以更高倍率的顯微鏡來觀察，或許能使實驗結果更為準確。

而這次氧化銅的實驗結果若能應用在各領域，也皆能產生重大影響，假使能成功克服銅氧化的問題，奈米銅在未來也能以相對奈米銀較低的價格，打入油墨的市場，同時也能應用於口罩，在疫情肆虐下，為我們帶來某種程度的實質貢獻和影響力。

#### 參考資料

- 一、廖勝權、陳枝政、周賢鎧 ( 2008 ) 。多孔性銅的製作。  
<http://ir.lib.ntust.edu.tw/bitstream/987654321/14713/1/2008-Materials+Research+Society+Taiwan-NSC.pdf>
- 二、船鈞股份有限公司。產品分類。奈米氧化銅。2022年2月28日。  
<http://www.tina.com.tw/?7,%E5%A5%88%E7%B1%B3%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%8A%85%E7%B2%89>
- 三、邱俊毅、邱國展。低溫製程奈米銅導體材料概論。材料世界網。2011年8月23日。  
<https://www.materialsnet.com.tw/docview.aspx?id=9565>
- 四、李明穎、周芳妃、葉名倉。氧化銅 ( Copper(II) Oxide ) 。科學 Online 高瞻自然科學教學資源平台。2009年4月29日。  
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4669>
- 五、黃俊誠、陳藹然。氧化還原反應。科學 Online 高瞻自然科學教學資源平台。2009年5月27日。  
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=4925>
- 六、蔡信行 ( 譯 ) ( 2006 ) 。觀念化學III 化學反應 ( 原作者：蘇卡奇 ) 。天下遠見出版股份有限公司。
- 七、郭清癸、黃俊傑、牟中原。金屬奈米粒子的製造。物理雙月刊 ( 廿三卷六期 ) 。2001年12月。  
<http://psroc.phys.ntu.edu.tw/bimonth/v23/614.doc>