

金屬在硫酸銅溶液中結晶現象之探討

投稿類別:自然科技

金屬在硫酸銅溶液中結晶現象之探討

江有邦。縣立自強國中。八年三班

蔡皓昕。縣立自強國中。八年三班

指導老師

郭千睿老師

陳怡安老師

壹、前言

一、研究動機

在暑假時，我們參加了學校舉辦的科學營，其中有一項實驗就是有關於金屬結晶，將氯化亞錫溶液倒至培養皿中，並且鋪上濾紙，之後在兩端通以電流，結果我就在負極地方觀察到有金屬結晶，這看似簡單的實驗步驟，卻不是人人都能成功，雖然我的金屬結晶很漂亮，但有很多人卻不成功。有人金屬結晶長得很快但很醜，但也有人的金屬結晶長的慢卻很漂亮，這樣的情形讓我一禁產生好奇，於是我們和老師討論一番之後，我們決定從最簡單的硫酸銅溶液中加入不同金屬，並且觀察金屬析出情形。

二、研究目的

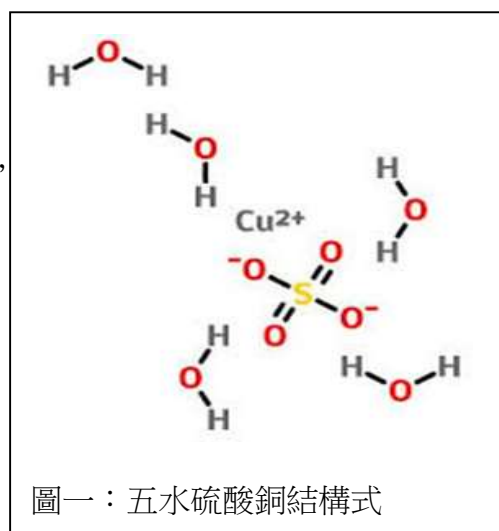
- (一) 金屬在不同濃度硫酸銅溶液中生長情形之探討
- (二) 金屬在不同體積硫酸銅溶液中生長情形之探討
- (三) 比較不同金屬在硫酸銅溶液中的生長情形之探討

貳、文獻探討

一、名詞解釋

(一) 五水硫酸銅

硫酸銅，化學式 CuSO_4 ，無水為白色粉末，或因不純而呈淡灰綠色，是可溶性銅鹽。而五水硫酸銅（ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ），俗稱藍礬或膽礬，是一種亮藍色的三斜晶體。顏色是藍色是因為含有銅離子。它易溶於水，水溶液呈弱酸性。

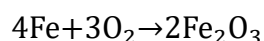


圖一：五水硫酸銅結構式

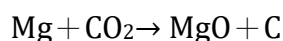
(二) 氧化還原

狹義的氧化還原反應（或稱氧化反應）是指物質得到或失去氧的反應。

例如鐵生鏽是一種氧化反應。



鎂在二氧化碳中燃燒也是一種氧化還原反應。因為鎂的活性大於碳，所以會搶二氧化碳中的氧，形成氧化鎂，而將碳還原。



廣義的氧化還原則是涉及電子轉移化學反應。氧化反應是指物質失去電子，還原反應則是指物質獲得電子。通常氧化和還原反應是同時發生，並構成一個完整的氧化還原反應。

(三)金屬結晶

金屬是以一連串原子堆疊方式形成的物質，然後再依據金屬最小晶格重複出現且堆疊形成固體金屬。因此金屬具有延展性，導電性等性質。

1. 鋅 Zn

Zn 鋅具有六方晶體結構，是一種青白色、光亮的金屬。

2. 鋁 Al

Al 鋁本身在常溫下不會以明顯的結晶形態存在，而是因為在空氣中快速形成緻密的氧化鋁薄膜，這種薄膜即為一種無機化合物的結晶結構。鋁金屬本身為面心立方結構（FCC）的晶體金屬。

3. 銅 Cu

Cu 銅的結晶結構為面心立方（FCC）晶格。在這種結構中，銅原子以緊密堆積的方式排列。這種結構賦予了銅良好的延展性和導電性等物理特性。

二、文獻探討

在「濾紙上開展化學反應的研究」這篇文章中，作者是透過氧化還原反應，使用鋅、鐵、鋁等金屬片與硫酸銅、硝酸銀、醋酸鉛、氯化錫等溶液作用，在濾紙上生成不同形狀的金屬樹，如銅樹、銀樹、鉛樹和錫樹。

(一) 金屬樹的觀察：

1. 銅樹：形狀像龍柏樹葉。用鋅片取代銅離子時，金屬樹的半徑會隨硫酸銅溶液濃度增加而變大。

2. 錫樹：形狀像苔蘚附生在長條狀的晶體上。

這篇文章實驗發現，將金屬片槌扁並用砂紙磨亮，效果比用酸洗更好。

濾紙的濕度對金屬樹的生成影響很大，滴入約 24-26 滴溶液效果最理想。

(二) 比較金屬活性大小：

不適合在同一張濾紙上同時放置多種金屬來比較活性，因為析出的金屬樹面積大小與金屬的氧化電位無直接關係。比較金屬活性的正確方法是將不同金屬（如鋅和銅）分別放入含有不同金屬溶液（如硫酸銅和硝酸銀）的培養皿中進行反應，觀察是否有金屬析出，以此判斷其活性順序。

不同金屬樹的最佳製作條件如下：

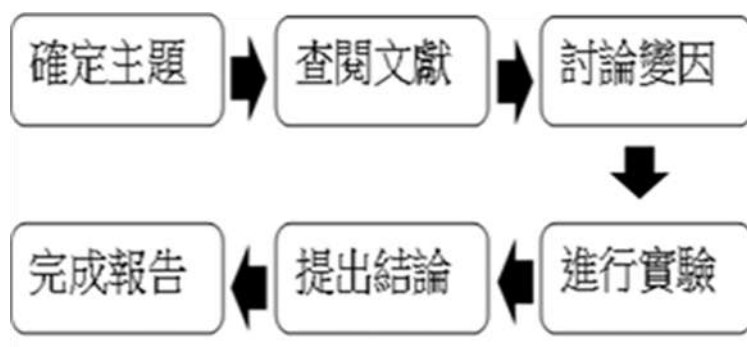
1. 銅樹：0.9M 的硫酸銅溶液與鋅片反應。

2. 錫樹：0.05M 的氯化錫溶液與鋅片反應。

(三) 晶體結晶：將硫酸銅溶液滴在濾紙上，靜置於通風處 3-5 天，也能觀察到藍色晶體的結晶，且濃度越高，晶體紋路越清晰。

參、研究方法

一、研究架構



圖一：研究架構圖

1. 確定主題：與指導老師討論，確定題目。
2. 查閱文獻：從網路和書籍中尋找資料，了解實驗。
3. 討論變因：討論那些變因會影響金屬結晶生長。
4. 設計實驗：改變硫酸銅溶液濃度及和金屬反應的硫酸銅溶液體積。
5. 進行實驗：記錄及探討金屬結晶生長情形。

二、實驗設備與器材

					
鑷子	培養皿	滴管	濾紙	燒杯	量筒
					
RO 水	砂紙	電子秤	鐵鎚	五水硫酸銅	鋁片
					
鋅塊	鋅片				

三、實驗方法

(一) 金屬鋅和鋁在不同濃度硫酸銅溶液中生長情形之探討

參考文獻資料，我們先以硫酸銅濃度 0.5M、0.2M 進行第一次實驗

實驗步驟：

1. 取 25 公克的五水硫酸銅晶體，溶於水配置成 100ml，1M 的硫酸銅溶液。

2. 依序將 1M 的硫酸銅溶液加水稀釋成 0.5M、0.2M 兩種濃度硫酸銅溶液。
3. 在培養皿中滴 2~3 滴 0.5M 硫酸銅溶液，再將濾紙平鋪至培養皿中使濾紙濕潤，並壓平。
4. 再滴入 3ml 硫酸銅溶液，將整張濾紙被溶液覆蓋。
5. 將鋅片放置 0.5M 硫酸銅溶液中間，反應一天後觀察晶體生長情形。
6. 改換硫酸銅溶液濃度 0.2M，重複步驟 3~5。
7. 將金屬改成鋁箔片，重複步驟 3~7。

(二) 金屬在不同體積硫酸銅溶液中生長情形

根據第一次實驗結果，我們決定改變金屬在不同體積硫酸銅溶液中。以三種不同體積 3ml、5ml 及 7ml 為操作變因。固定硫酸銅濃度 0.5M。

實驗步驟：

1. 在培養皿中滴 2~3 滴 0.5M 硫酸銅溶液，再將濾紙平鋪至培養皿中使濾紙濕潤，並壓平。
2. 再滴入 5ml 硫酸銅溶液，將整張濾紙被溶液覆蓋。
3. 將鋅片放置 1M 硫酸銅溶液中間，反應一天後觀察晶體生長情形。
4. 改變硫酸銅溶液體積 7ml，重複步驟 1~4。

(三) 比較不同金屬在硫酸銅溶液中的生長情形之探討

我們採用鋁和鋅兩種金屬進行實驗。

實驗步驟：

1. 在培養皿中滴 2~3 滴 1M 硫酸銅溶液，再將濾紙平鋪至培養皿中使濾紙濕潤，並壓平。
2. 再滴入 7ml 硫酸銅溶液，將整張濾紙被溶液覆蓋。
3. 將鋅片放置 1M 硫酸銅溶液中間，反應一天後觀察晶體生長情形。
4. 改換硫酸銅溶液濃度 0.5M、0.2M 及 0.1M，重複步驟 3~5。

5. 將金屬改成鋁箔片，重複步驟 3~7。

6. 改變硫酸銅溶液體積 5ml、7ml，重複步驟 1~5。

三、研究分析與結果

一、金屬鋅和鋁在不同濃度硫酸銅溶液中生長情形之探討

金屬片：Zn 片(不規則)及 Al 片、3ml 硫酸銅溶液

金屬片	Zn 片(不規則)		鋁片(0.5X0.5cm ²)	
硫酸銅溶液濃度	0.5M	0.2M	0.5M	0.2M
結晶情形				
結果分析	分支細緻，呈現灰色，範圍小	分支不明顯，顏色深，範圍小	幾乎沒有結晶	幾乎沒有結晶

二、金屬在不同體積硫酸銅溶液中生長情形

金屬片：Zn 片(不規則)、Zn 片(規則)及 Al 片(規則)；0.5M 硫酸銅溶液

金屬片	Zn 片(不規則)		
硫酸銅溶液濃度	0.5M		
硫酸銅體積	3ml	5ml	7ml
結晶情形			
結果分析	分支細緻，呈現灰色，範圍小	分支不細緻，範圍廣但分布不均，顏色深	分支不細緻，結晶圍繞鋅塊，顏色深

金屬在硫酸銅溶液中結晶現象之探討

金屬片	Zn 片(0.5X0.5cm ²)		
硫酸銅溶液濃度	0.5M		
硫酸銅體積		5ml	7ml
結晶情形			
結果分析		分支不細緻，範圍廣，有部分深紅色	分支不細緻，範圍廣，有部分紅色

金屬片	Al 片(0.5X0.5cm ²)		
硫酸銅溶液濃度	0.5M		
硫酸銅體積	3ml	5ml	7ml
結晶情形			
結果分析	幾乎沒有結晶	結晶鬆散，範圍小，顏色深	結晶鬆散，範圍小，顏色淺

三、比較不同金屬在硫酸銅溶液中的生長情形之探討

A. 金屬片：Zn 片(不規則)、Zn 片(規則)及 Al 片(規則)；5ml 硫酸銅溶液

金屬片	Zn 片(不規則)			
硫酸銅溶液體積	5ml			
硫酸銅濃度	1M	0.5M	0.2M	0.1M
結晶情形				
結果分析	分支聚集在一起，不太清楚，範圍也偏小。	分支範圍大，呈現紅棕色，但不清楚。	分支細緻，但範圍不大	部分分支細緻且明顯，但部分結晶聚在一起。

金屬片	Zn 片(0.5X0.5cm ²)			
硫酸銅溶液體積	5ml			
硫酸銅濃度	1M	0.5M	0.2M	0.1M
結晶情形				
結果分析	幾乎沒有分支，只有一點點結晶。	結晶範圍大，呈現紅棕色。	結晶分散、不集中。	結晶只有一點點。

金屬片	Al 片(0.5X0.5cm ²)			
硫酸銅溶液體積	5ml			
硫酸銅濃度	1M	0.5M	0.2M	0.1M
結晶情形				
結果分析	沒有結晶。	鋁片被完全腐蝕，只剩下密集的黑色結晶。	鋁片被完全腐蝕，只剩下一點點黑色結晶。	大部分的鋁片被腐蝕，但還有一點點鋁片殘渣。

B. 金屬片：Zn 片(不規則)、Zn 片(規則)及 Al 片(規則)；7ml 硫酸銅溶液

金屬片	Zn 片(不規則)			
硫酸銅溶液體積	7ml			
硫酸銅濃度	1M	0.5M	0.2M	0.1M
結晶情形				
結果分析	沒有任何鋁片殘留，只剩下紅棕色的結晶。	分支不細緻，結晶圍繞鋅塊，顏色深。	分支不細緻，結晶集中在其中一邊，顏色深。	結晶鬆散，圍繞鋅塊，顏色深。

金屬片	Zn 片 (0.5X0.5cm ²)			
硫酸銅溶液體積	7ml			
硫酸銅濃度	1M	0.5M	0.2M	0.1M
結晶情形				
結果分析	分支不細緻，結晶分布平均，部分紅色	分支不細緻，範圍廣，部分紅色	分支不細緻，結晶鬆散且分布不均	分支不細緻，結晶分布平均，部分紅色

金屬片	Al 片 (0.5X0.5cm ²)			
硫酸銅溶液體積	7ml			
硫酸銅濃度	1M	0.5M	0.2M	0.1M
結晶情形				
結果分析	鋁片被完全腐蝕，幾乎沒有殘渣。	鋁片被完全腐蝕，幾乎沒有殘渣。	鋁片被完全腐蝕，幾乎沒有殘渣。	鋁片幾乎被完全腐蝕，但有剩下一些殘渣。

伍、研究結論與建議

一、結論

- (一) 0.5M 的五水硫酸銅溶液 3ml 與鋅塊反應最佳，結晶分支非常細緻，顏色呈現淺灰，但範圍分布得不大。
- (二) 五水硫酸銅溶液的濃度越高，與金屬反應的速度就愈快。
- (三) 加入的五水硫酸銅溶液體積愈大，結晶範圍分布就愈廣，但不會有清楚的分支，形狀也不規則，且結晶鬆散，易剝落。
- (四) 在濾紙的背面也有金屬結晶的產生，相較於表面，背面的結晶分支更細緻，可能是因為溶液較少，或沒有直接接觸到金屬。
- (五) 在鋁片的實驗中，鋁片最終會變小，又或者沒有殘留，可能與鋁片活性的大小

和鋁片厚度有關係。

二、建議

(一) 溶液體積方面：如果加入的溶液體積太多，結晶會長得不好看，但是溶液太少的話，結晶範圍又太小，若是固定隔一段時間加入定量的水溶液，也許會有更好的結果。

(二) 溶液濃度方面：經過實驗後，我們發現如果硫酸銅水溶液的濃度過高，結晶就會太密集；如果濃度過低，結晶又會太鬆散。0.2M 硫酸銅水溶液的結晶的分支最清楚。

陸、參考資料

一、第 59 屆中小學科學展覽會「遊」「銅」花之美

來源：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/high.html>

二、第 61 屆中小學科學展覽會「銅鋅生長之術~探討電解硫酸鋅溶液之研究」

來源：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/high.html>

三、濾紙上開展化學反應的研究

來源：

https://www.sec.ntnu.edu.tw/uploads/asset/data/669f28190e0b305702f625ba/1991-145-04_38-46_.pdf

四、第 45 屆中小學科學展覽會「化學繪畫」

來源：<https://student.hlc.edu.tw/action/file/988/20250905131238804.pdf>

五、用電長出來的錫結晶

來源：<https://www.facebook.com/watch/?v=1990185551019738>