

屏東縣第65屆國民中小學科學覽會

作品說明書

科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：愛的結晶-探討影響硫酸銅結晶的因素

關 鍵 詞： 硫酸銅 、 結晶 、 降溫速率

編號：B3014

愛的結晶-探討影響硫酸銅結晶的因素

摘要

本研究旨在探討降溫速率與色光對硫酸銅結晶的影響，我們透過實驗設計比較不同降溫速率對結晶重量的影響，並找出降溫速率與結晶重量的關係式，兩者呈現線性關係；同時設計不同波長的色光照射是否會影響結晶的成長情況。研究結果顯示發現降溫速率不影響結晶晶形，但對結晶重量有明顯影響，降溫速率與結晶重量兩者呈現線性關係 $y = -1.17x + 1.68$ (y: 晶體重量 x: 降溫速率)；此外，不同色光對結晶的效果不同，以白光及綠光照射硫酸銅液滴時，結晶效果較紅光及藍光更好，但結晶的晶形皆相同。

壹、前言

一、研究動機

在國小的自然課的時候，老師有做一個結晶實驗給我們看，實驗結束後，我們發現結晶的速度非常慢，所以我們為了找出可以使結晶速度加快的方法，有上網查了一些資料發現加熱可以使結晶速度加快，只要調製到飽和溶液並加熱到一定溫度，就可以加快結晶，那降溫速率會有影響嗎？降溫速率與結晶大小有什麼關係？再參考歷屆科展作品（資料二）後，我們又發現，結晶的速率跟光照的距離有關係，那跟光的波長有關係嗎？帶著上面的疑惑，我們做了近一步的研究。

本研究內容與國中自然第三冊第二單元溶解度相關。

二、研究目的

（一）探討溶液降溫速率對晶體生成的影響

（二）探討不同的色光對結晶生成的影響

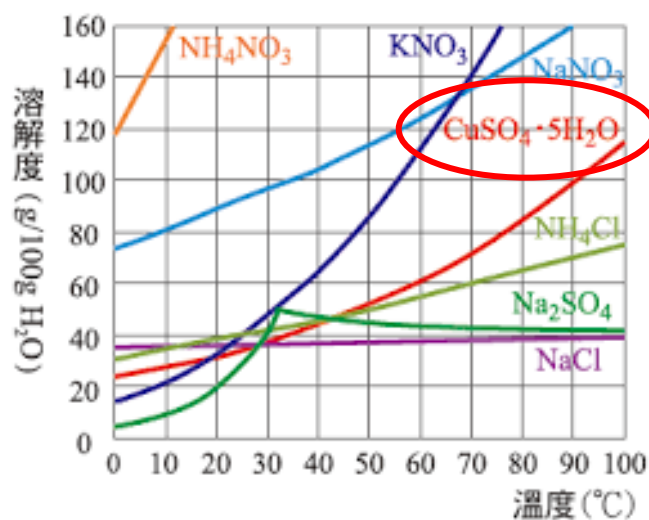
三、參考文獻

（一）結晶原理

固體溶質對溶劑的溶解度，大部分隨溫度的升高而增加，所以將食鹽溶在水中，在較高溫度時製成食鹽飽和溶液，使其冷卻至室溫或降至室溫以下，此時會有一部份形成鹽的結晶而析出。再結晶就是利用溶劑與被純化物與雜質的溶解度不同，盡量讓雜質全部或大部分留在溶液中，同種類的原子或分子，則重新排列成晶體，進而達到純化分離的目的。

（二）飽和溶液

關於硫酸銅的溶解度，我們參考右圖。



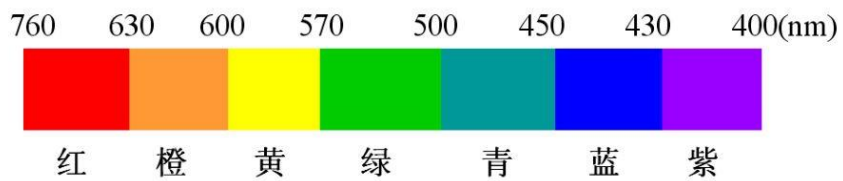
(三)降溫速率對結晶的影響

我們參考了歷屆科展的報告，得知降溫速率與結晶的關係，降溫速率越慢，結晶重量越重，反之，降溫速率越快，結晶重量越輕。

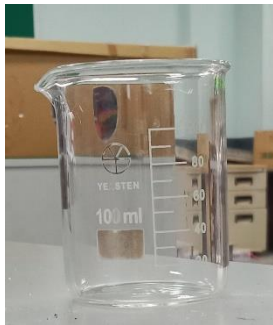
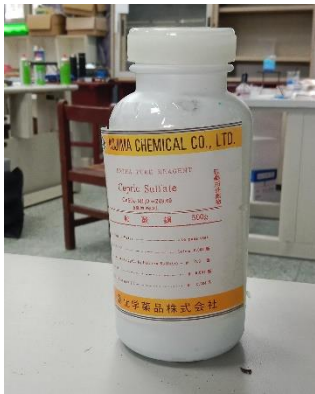
(四)光照對結晶的影響

參考了歷屆科展的報告後，發現光照的距離對結晶有顯著的影響。

(五)光的波長：



貳、研究設備及器材

電子秤	攪拌棒	溫度計	酒精燈
			
燒杯 500ml	燒杯 250ml	燒杯 100ml	量筒 100ml
			
量筒 10ml	手機顯微鏡	鐵架	紅光
			
綠光	藍光	白光	硫酸銅 CuSo4
			

保麗龍箱



泡泡紙



紙箱



棉線



參、研究過程或方法

一、探討溶液降溫速率對晶體生成的影響

溶液的降溫速率會影響結晶的生成方式，降溫速率越慢可能會使結晶越大，重量也越重，我們希望藉由此實驗得到降溫速率與每次最大的5顆結晶的重量關係式，也想了解降溫速率是否影響結晶的晶形。

本實驗對降溫速率的定義

$$\text{降溫速率} = \frac{\text{溫度變化}(80^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C})}{\text{降溫時間}}$$

(一)設立三種主要降溫環境

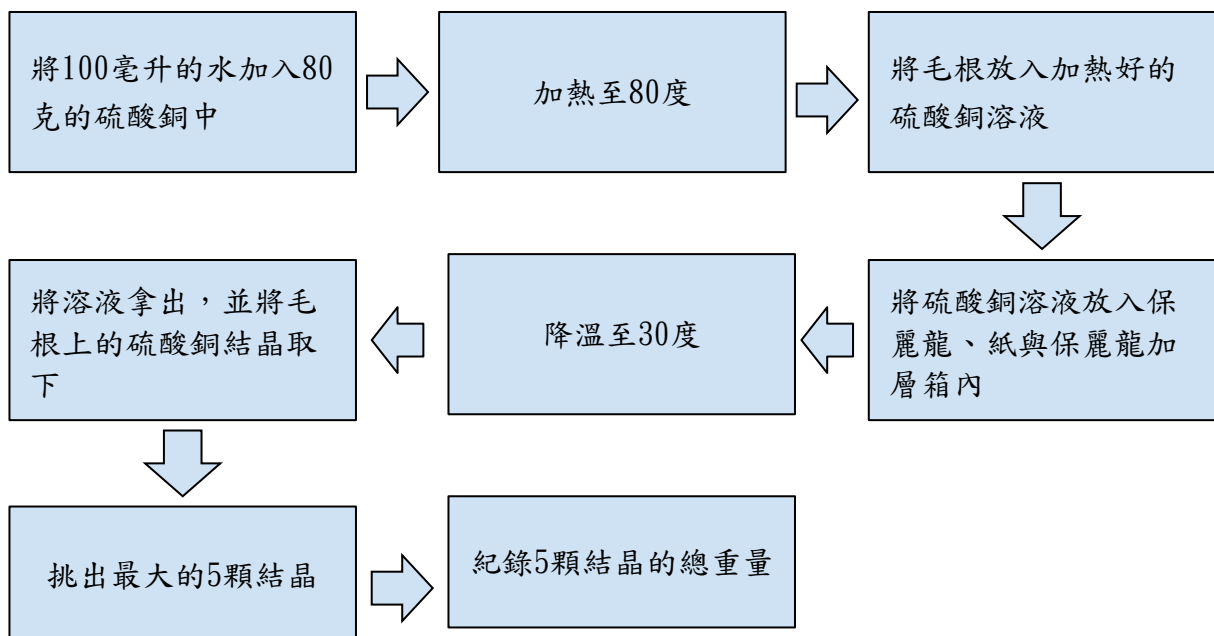
1. 紙箱降溫: 將飽和溶液放於紙箱中，降溫至30℃。
2. 保溫箱降溫: 將飽和溶液放於保麗龍箱內，降溫至30℃。
3. 保溫箱加層降溫: 將飽和溶液放於有加泡泡紙的保麗龍箱內，降溫至30℃。

(二)使用硫酸銅的飽和溶液。

(三)分組處理，將燒杯至於三種不同的環境。

(四)分析降溫速率對結晶的重量及形狀的影響。

研究步驟



實驗中的變因控制：

1. 溶質種類與量：使用相同的飽和溶液，確保每次實驗的溶液濃度一致。
2. 冷卻環境：設置三種冷卻條件（紙箱降溫、保溫箱降溫與保溫箱加層降溫）並控制其他外部因素，如室內溫度，避免外部變化干擾。
3. 容器與攪拌：使用相同大小的燒杯，且攪拌條件一致，以保證冷卻過程中溶液的均勻。

二、探討不同色光對結晶生成的影響

光的波長可能會影響結晶過程，尤其是在某些特殊的晶體生長中，光照可以提供能量，進而改變結晶的速和形狀。本研究探討不同色光（如紅光、綠光、藍光）及白光環境對結晶生成的影響，以了解光對結晶過程的影響。

不同光的波長： 紅光（長波長）、綠光（中波長）、藍光（短波長）、白光（對照組）

(一)光源保持距培養皿7 cm，光強度一致。

(二)光照時間保持10分鐘

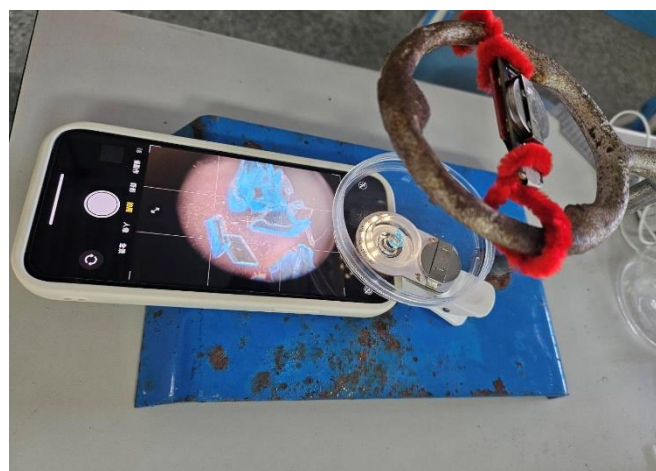
(三)觀察與紀錄

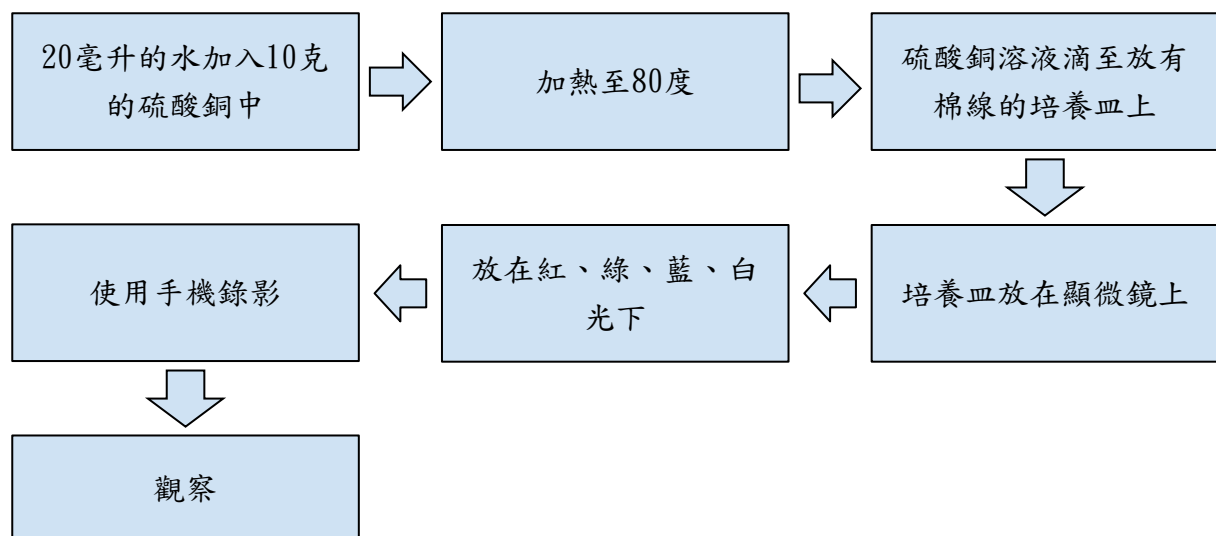
在不同光照下，觀察結晶的形狀、速度

(五)分析

1. 結晶生成速率：比較各組中結晶形成的時間差異
2. 結晶形態與數量：統計不同環境下的結晶大小、形狀

實驗裝置圖





實驗中的變因控制：

1. 溶質種類與量：保持研究一中選用的物質和濃度一致，避免溶質種類對結果的影響。
2. 光源強度與距離：確保各組光源強度一致，並且光源距燒杯的距離固定（20 cm），減少光源對結晶生成的變異性。
3. 實驗時間：所有組別的光照時間保持一致（如 24 小時），確保實驗結果具有可比性。
4. 其他環境條件：控制室內溫度和濕度，確保對結晶過程的影響最小化。

肆、研究結果

一、探討溶液的降溫速率對結晶生成的影響

（一）研究結果

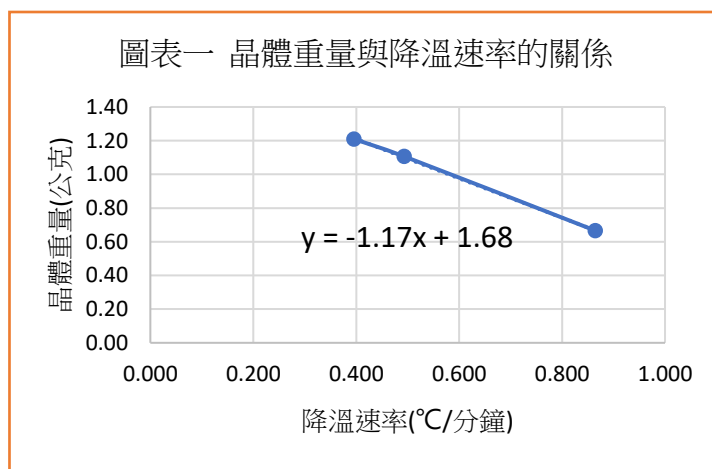
1. 根據研究過程，以下數據皆是由80°C降溫至30°C、測量其降溫時間及晶體重量，分別使用三種不同的降溫容器，每種容器操作3次，求平均值。

紙箱 降溫時間、降溫速率與硫酸銅晶體重量			
	降溫時間 (分鐘)	降溫速率 (°C/分鐘)	晶體重量 (公克)
第一次	60	0.833	0.53
第二次	54	0.926	0.99
第三次	60	0.833	0.48
平均	58	0.864	0.67

保麗龍箱+泡泡紙			
降溫時間、降溫速率與硫酸銅晶體重量			
	降溫時間(分鐘)	降溫速率(°C/分鐘)	晶體重量(公克)
第一次	133	0.376	1.18
第二次	127	0.394	1.26
第三次	120	0.417	1.19
平均	126.7	0.395	1.21

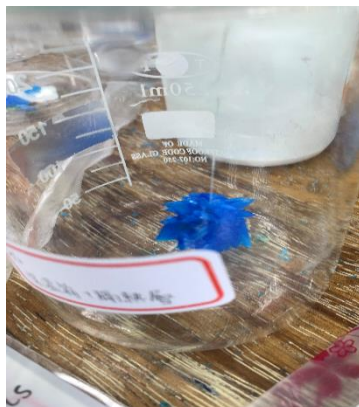
保麗龍箱			
降溫時間、降溫速率與硫酸銅晶體重量			
	降溫時間(分鐘)	降溫速率(°C/分鐘)	晶體重量(公克)
第一次	124	0.403	0.95
第二次	86	0.581	1.18
第三次	101	0.495	1.19
平均	103.7	0.493	1.11

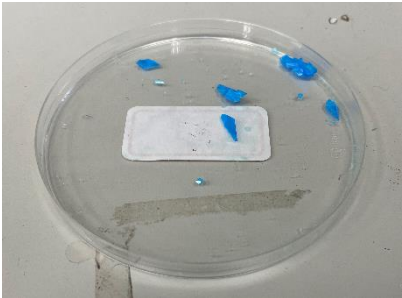
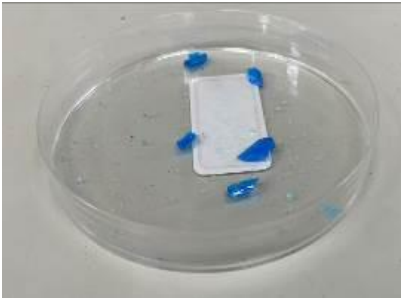
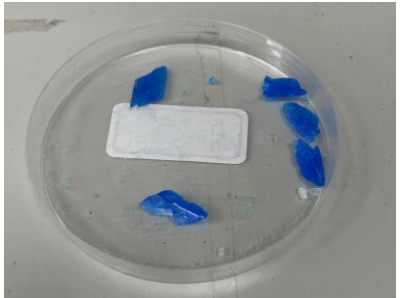
晶體重量與降溫速率關係	
降溫速率(°C/分鐘)	晶體重量(公克)
0.395	1.21
0.493	1.11
0.864	0.67



2. 硫酸銅結晶照片

使用棉線及毛根的硫酸銅的結晶情形



紙箱 降溫形成的硫酸銅晶體	保麗龍箱 降溫形成的硫酸銅晶體	保麗龍箱+泡泡紙 降溫形成的硫酸銅晶體
		

(二)分析

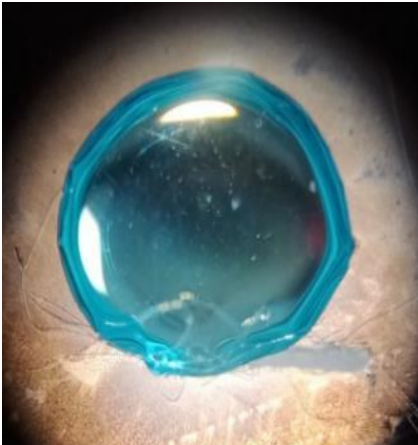
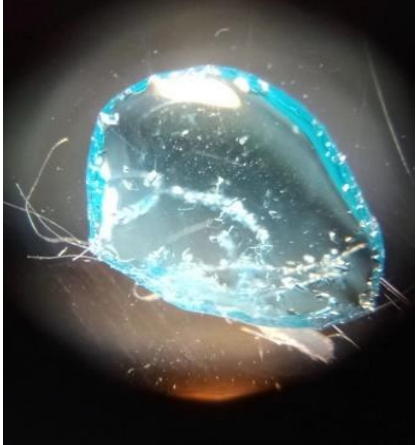
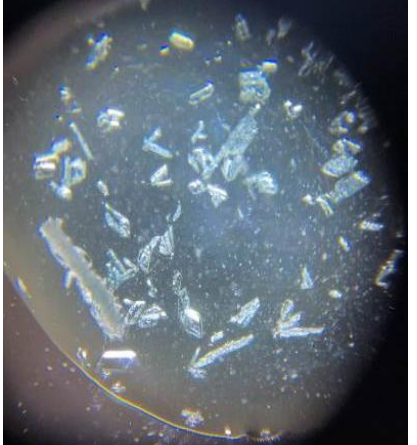
1. 三種不同的降溫容器，降溫速率比較：紙箱 > 保麗龍箱 > 保麗龍箱+泡泡紙
2. 無論何種降溫速率，硫酸銅的形狀皆為一面平行四邊形，其餘側面較不規律。
3. 由〈圖表一晶體重量與降溫速率的關係〉看到降溫速率越慢，結晶就越重。
4. 由〈圖表一晶體重量與降溫速率的關係〉上的趨勢線 $y = -1.17x + 1.68$

可以得到若降溫速率每分鐘下降 1°C ，前5大結晶顆粒的重量就減少1.17公克，可由此來推估及預測不同降溫速率下的結晶顆粒大小。

二、探討不同色光的環境是否會影響結晶的生成

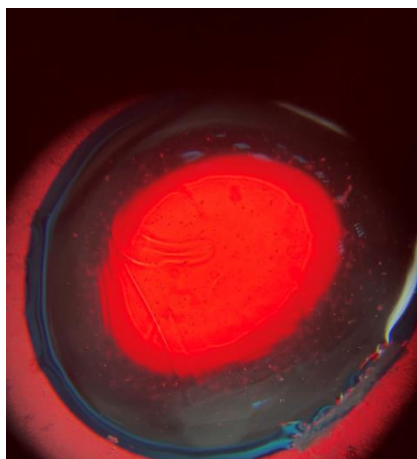
(一)研究結果

以下照片使用手機顯微鏡的放大倍率為100倍

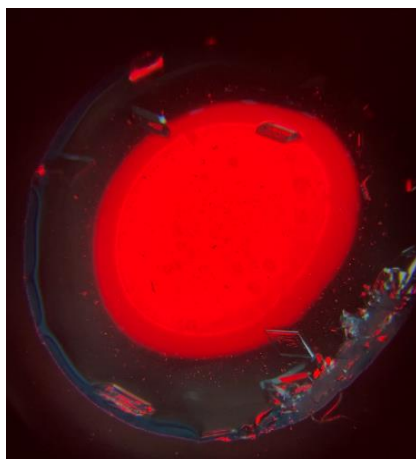
白光： 剛滴下的硫酸銅溶液	10 分鐘後的硫酸銅溶液	使用更高倍率觀察液滴中心結晶
		

紅光：

剛滴下的硫酸銅溶液



10 分鐘後的硫酸銅溶液

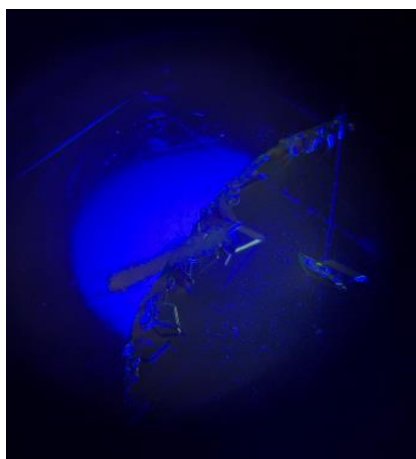


藍光：

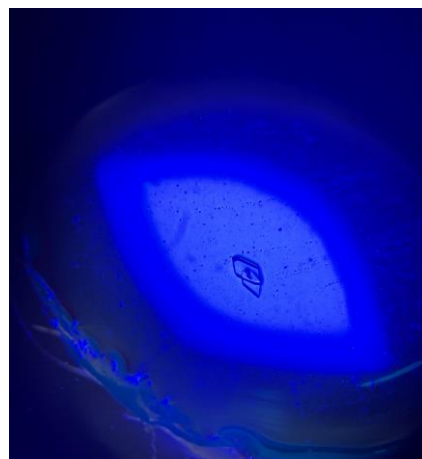
剛滴下的硫酸銅溶液



10 分鐘後的硫酸銅溶液

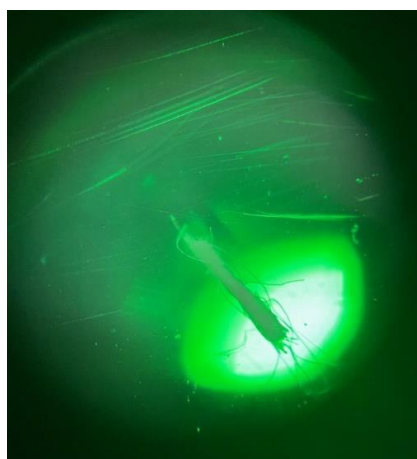


使用更高倍率觀察液滴中心結晶

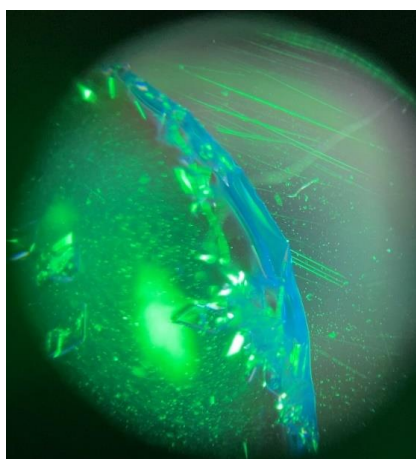


綠光：

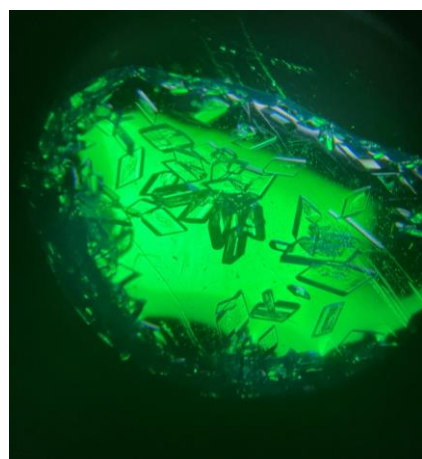
剛滴下的硫酸銅溶液



10 分鐘後的硫酸銅溶液



使用更高倍率觀察液滴中心結晶



(二)分析

1. 一開始出現結晶的位置幾乎都在液滴邊緣，大多附著在棉線上。
2. 以較高倍率觀察結晶可看到不同色光下硫酸銅晶體都是呈現平行四邊形薄層的晶形。
2. 同樣經過10分鐘，白光及綠光的結晶量較大，觀察其結晶位置，在液滴中心及邊緣皆可看到。
3. 紅光及藍光只能在液滴邊緣看到結晶，且結晶幾乎都附著在棉線上，液滴中心幾乎沒有結晶。

伍、討論

- 一、 無論降溫速率快慢，硫酸銅晶體的樣態基本上都是一面平行四邊形，其餘側面不一定規則。
- 二、 降溫速率較慢，較能結出大型的結晶，我們推測是因為溶液中的分子能夠有更長的時間排列與結合。
- 三、 結晶重量與降溫速率呈現線性的關係。
本研究的線性關係為 $y = -1.17x + 1.68$ (y：晶體重量 x：降溫速率)。
- 四、 結晶幾乎都從液滴邊緣開始出現，且大多是從棉線上附著。同時，我們也發現結晶效果好時，即使有棉線，結晶不一定會附著在上面，可以直接從液滴中間結晶。
- 五、 不同色光對結晶的效果不同，白光及綠光照射硫酸銅時，結晶效果較好。但這點與我們在其他文獻上看到的不相同，有些文獻上提紅光對結晶效果較好，有些文獻則是色光對結晶沒有影響，這可能是因為使用的晶體不同的緣故或其它我們未發現的因素造成。

陸、結論

一、硫酸銅晶體的樣態與降溫速率無關。

二、結晶顆粒與降溫速率呈現線性的關係。

本研究的線性關係為 $y = -1.17x + 1.68$ (y：晶體重量 x：降溫速率)。

三、結晶幾乎都從液滴邊緣開始出現，大多是從棉線上附著。

四、不同色光對結晶的效果不同，白光及綠光照射硫酸銅時，結晶效果較好。

柒、參考資料及其他

一、結晶原理：<http://gclab.thu.edu.tw/gen-chem/pdf-gc/Exp28.pdf>

二、飽和溶液：

https://www.ltedu.com.tw/Web/Upload/Upload_File/Source13/%e5%ad%b8%e7%bf%92%e5%96%ae_%e7%b5%90%e6%99%b6%e5%a4%a7%e8%b3%bd.pdf

三、降溫速率與結晶重量之關係：藍晶閃耀~探索單結晶、雙結晶、包心結晶形成的條件

四、光照與結晶的關係：『目不轉『晶』-探討各種變因對硫酸銅結晶的影響

五、光波長參考資料：<https://www.luyoruv.com/guangyichuanxue/525.html>