

嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：化學科

作品名稱：目不轉「晶」--探討各種變因對硫酸銅結晶的影響

關 鍵 詞：硫酸銅結晶、照光、旋轉

編 號：

摘要

硫酸銅結晶的形狀，是由許多的平行四邊形堆疊而成，有固定的晶形，並不能透過人為的方式把它變成不同的形狀。且環境溫度對結晶的影響很大，相差幾度結晶速率就差很多。溫度愈高，結晶速率就愈慢。但在溫度相同情況之下，我們發現光對硫酸銅結晶有影響，靠近照光側的結晶速率較快；無照光的結晶速率較慢。照度較強則結晶速率較快。

旋轉速率對結晶速率、結晶量也有某種程度的影響，但對結晶方向、結晶大小，並無明顯影響。

壹、研究動機

我們在學習到有關硫酸銅的實驗和課程時，發現大家在做硫酸銅結晶時的形狀都是「平行四邊形」，於是我們就想到能不能用某種方式來控制結晶的形狀。隨著我們開始了硫酸銅的結晶實驗之後，就遇到了愈來愈多的疑問，於是我們就想到了動畫名偵探柯南的名言「真相永遠只有一個」，所以我們就想一一把疑問予以釐清。除了一開始的控制結晶形狀，以及光照的影響，最後還想到我們處於不斷旋轉的地球上，那麼在地球上的礦物結晶是不是也會受到地球自轉公轉的影響呢？所以我們想藉由模擬旋轉，來探討地球自轉是否會影響結晶的情形。

貳、研究目的

1. 用不同容器控制硫酸銅結晶形狀。
2. 用不同強度、顏色的光照射正在結晶的硫酸銅溶液，觀察是否影響其結晶形狀。
3. 藉由旋轉，用不同的轉速，探討轉動時結晶的差異。

參、研究設備及器材

1. 基本器材：燒杯(100 毫升,200 毫升,250 毫升)、量筒、酒精燈、三腳架、陶瓷纖維網、擋板、打火機、漏斗、鑷子、玻璃棒、溫度計、滴管、鐵架、培養皿、保鮮膜、電子天平、濾紙、研鉢和杵



2. 實驗藥品：硫酸銅



3. 研究設備：小罐子(大和小)、棉線、燈泡、燈座、箱子、照度計、玻璃紙、瓦楞板、旋轉平台



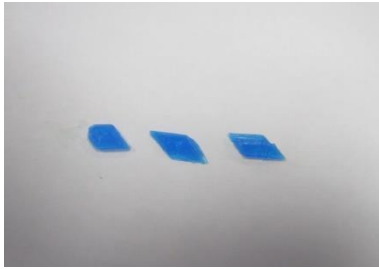
肆、研究過程及結果

實驗一：使用容器控制結晶形狀

實驗一-1:用小玻璃瓶控制硫酸銅結晶形狀

- (一) 透過多次實驗後，我們找出能使硫酸銅最快產生結晶的配置法：25 公克的水加 20 公克的硫酸銅。
- (二) 用以上配置法，並從中取出兩個大小差不多的硫酸銅晶體(圖 1-1：右邊兩顆結晶)。
- (三) 配置三杯新的硫酸銅溶液每杯皆有 50g 水、35g 硫酸銅，加熱至硫酸銅完全溶解。
- (四) 準備大小相同的三個較小的玻璃瓶(A、B、C)A 瓶將硫酸銅晶體放置底部，B 瓶不放置任何晶體，C 瓶使用毛線懸掛晶體。
- (五) 將三個玻璃瓶同時放進新配置好的三杯硫酸銅溶液燒杯中(圖 1-2)。
- (六) 每日添加 1 克水及 2 克硫酸銅，使晶體可以持續的結晶，並觀察其生長情形(圖

1-3)。



(圖 1-1)



(圖

1-2)



(圖 1-3)

▲第一天

▲第三天

▲第四天



▲第五天

▲第六天

實驗結果一-1：

- (一) 可能因為配置後三杯溶液中的硫酸銅過多，導致結晶的晶體形狀小，呈現粉末狀 (圖 1-4)。
- (二) 因玻璃瓶過小，我們很難去觀察內部的晶形，因此無法觀察出 A、B、C 結晶情況的差別，但可以發現懸吊的效果最好。



(圖 1-4)

▲將 C 瓶敲破，發現內部多是細小的雜晶

實驗一-2：用大玻璃瓶控制硫酸銅結晶形狀

- (一) 因上次實驗的玻璃瓶太小，我們改用容量較大的玻璃瓶。
- (二) 透過多次實驗後，我們找出能使硫酸銅最快產生結晶的配置法：25 公克的水加 20 公克的硫酸銅。
- (三) 用以上配置法，並從中取出兩個大小差不多的兩個硫酸銅晶體。
- (四) 準備大小相同，較大的三個玻璃瓶(A、B、C)A 瓶將硫酸銅晶體放置底部，B 瓶不放置任何晶體，C 瓶使用毛線懸掛晶體(圖 1-5)。
- (五) 配置一杯新的硫酸銅溶液(170g 水、120g 硫酸銅)，加熱至硫酸銅完全溶解。
- (六) 將三個玻璃瓶同時放進新配置好的硫酸銅溶液。
- (七) 每日添加 10 克水及 5 克硫酸銅，使晶體可以持續的結晶，並觀察其生長情形。



(圖 1-5)

A 瓶結晶情形▼：



▲第一天



▲第二天



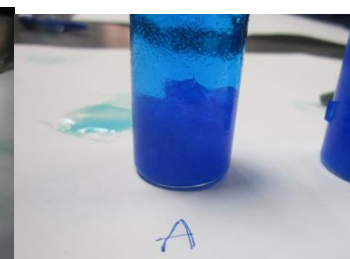
▲第三天



▲第四天



▲第五天



▲第七天



▲第八天(最左邊)



▲第九天(最左邊)

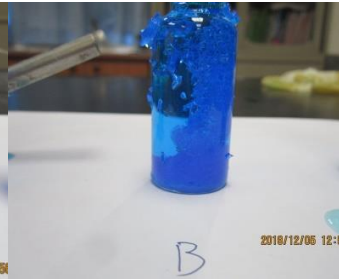


▲第十天(最左邊)

B 瓶結晶情形▼：



▲第一天



▲第二天



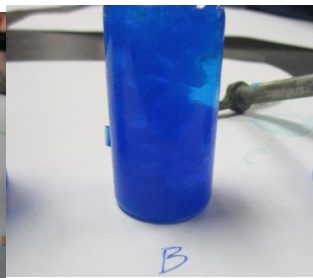
▲第三天



▲第四天



▲第五天



▲第七天



▲第八天 (中間)



▲第九天(中間)



▲第十天(中間)

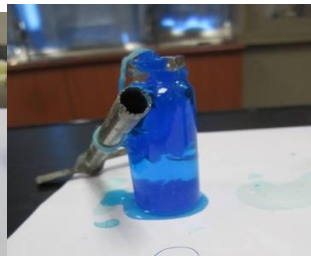
C 瓶結晶情形▼：



▲第一天



▲第二天



▲第三天



▲第四天

▲第五天

▲第七天



▲第八天

▲第九天(最右邊)

▲第十天(最右邊)

實驗結果一-2：

- (一) 我們發現懸吊的 C 瓶生長效果最好，生長速度也最快。
- (二) 實驗第 8 天時，懸掛的 C 玻璃瓶破裂，推測有可能是晶體生長過快過大使玻璃破碎。
- (三) 我們將 C 瓶內的結晶取出，觀察晶體外觀，發現晶體形狀不會隨著容器而改變，反而是持續以平行四邊形或相似的形狀將容器的空間補滿。貼合玻璃杯壁處的晶體，也沒有像自由生長的晶體一樣有光滑的表面，反之較粗糙，也不容易反光。

實驗二：探討各種光對結晶的影響

實驗二-1：初步研究「光」對正在結晶的硫酸銅溶液有何影響

- (一) 配置兩杯硫酸銅水溶液，一杯有照光（LED 燈泡），一杯無照光。

- (二) 我們使用兩個紙箱，使兩杯硫酸銅溶液處在有照光(A 箱)和無照光(B 箱)的空間。
- (三) 我們做了三次實驗，每杯皆有水 100g，硫酸銅 60g。
- (四) 第一次和第二次實驗時間為 4 小時。
- (五) 第二次實驗我們考慮到環境溫度可能不同，於是在箱子加裝了溫度計。
- (六) 為了使結晶的硫酸銅水溶液能蒸發水分卻又不讓雜質進入，所以在燒杯口蓋上保鮮膜，並戳 20 個小洞。



▲A 箱：有照光(分別二次實驗)



▲B 箱：無照光(分別二次實驗)

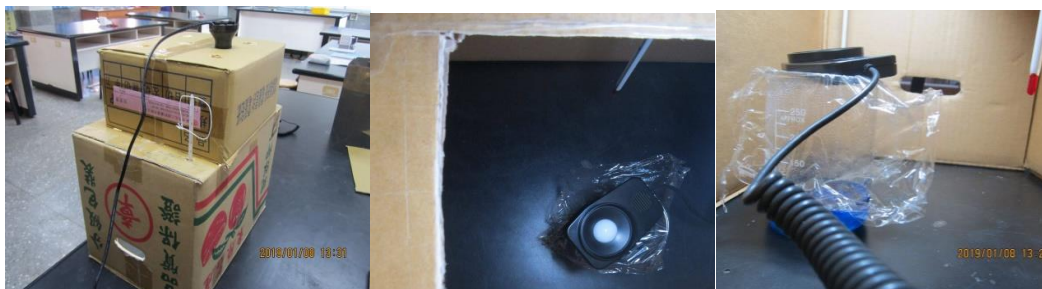
實驗結果二-1：

- (一) 經二次實驗，我們觀察出結晶的共通性：(A 箱) 有照光的硫酸銅，較慢結晶且從中間開始結晶，但比較散亂且細小；(B 箱) 無照光的硫酸銅，較快結晶且多從杯壁結晶且顆粒較大。
- (二) 雖然實驗過程中使用較不會產生熱效應的 LED 燈泡，但測量兩箱溫度，仍發現(A 箱) 環境溫度比 (B 箱) 高了約 10°C ，所以溫度也可能對實驗結果造成影響。

實驗二-2：不同亮度的光對正在結晶的硫酸銅溶液有何影響

- (一) 為了使兩箱溫度一致，我們重新製作 A 箱，使其可以散熱且光線由上方向下照射(圖 2-1)。

- (二) 這個實驗我們會使用不同亮度的 LED 燈泡，於是利用照度計協助我們得知亮度大小(圖 2-2)。
- (三) 準備甲、乙兩個不同亮度的 LED 燈泡，固定於 (A 箱) 的上方，方向向下進行照射，分兩次實驗。
- (四) 每次實驗都會有 2 杯硫酸銅水溶液，各有 50g 水和 30g 硫酸銅。
- (五) 加熱兩杯水溶液使硫酸銅完全溶解，蓋上保鮮膜並戳 20 個小洞。
- (六) 實驗時間為 6 小時，每 2 小時觀察一次，觀察其結晶情形。



▲重新設計的 A 箱(圖 2-1) ▲照度計(圖 2-2)



▲A 箱照光(甲燈泡) ▲B 箱照光(乙燈泡) ▲照度計



▲A 箱照光(甲燈泡) ▲B 箱照光(乙燈泡) ▲照度計

實驗結果二-2：

- (一) 本次實驗 A、B 兩箱溫度差皆小於 3°C 。
- (二) 甲燈泡的亮度為 3220 LUX，乙燈泡的亮度為 2070 LUX，A 箱結晶皆較細小且較集中，結晶速率較快。

實驗二-3：照光方向對正在結晶的硫酸銅溶液有何影響

- (一) 經由實驗二-2，我們發現晶體都是從中間開始結晶，考慮到是否是因為光從中間照射的關係，所以我們改變照光方向，觀察結晶有甚麼變化。
- (二) 將 A 箱進行改造，使燈泡可以從右側向左方照射。
- (三) 使用甲燈泡，固定於 A 箱右側向左方照射，分兩次實驗。
- (四) 每次實驗都會有 2 杯硫酸銅水溶液，各有 50g 水和 30g 硫酸銅。
- (五) 加熱兩杯水溶液使硫酸銅完全溶解，蓋上保鮮膜並戳 20 個小洞。
- (六) 實驗時間為 6 小時，每 2 小時觀察一次，觀察其結晶情形。



▲光源從右側向左方照射

▲無照光

實驗結果：

- (一) 甲燈泡的亮度為 3220LUX，且兩箱溫度差小於 3°C。
- (二) A 箱從右側向左方照射的硫酸銅水溶液，晶體生長較靠近照光的那側，結晶先後順序也是較靠近照光的那側先結晶。

實驗二-4：探討結晶成長是否真的較靠近照光側

- (一) 經由實驗二-3 發現，結晶會靠近照光的那一側，所以我們設計實驗二-4 來探討結晶是否會往照光的那個方向成長。
- (二) 我們做了一個和 A 箱一樣的箱子，使用兩個相同的甲燈泡，一個從左邊照射，另一個從右邊照射(圖 2-3)。
- (三) 每次實驗都會有 2 杯硫酸銅水溶液，各有 50g 水和 30g 硫酸銅。
- (四) 加熱兩杯水溶液使硫酸銅完全溶解，蓋上保鮮膜並戳 20 個小洞。
- (五) 實驗時間為 6 小時，每 2 小時觀察一次，觀察其結晶情形。



▲(圖 2-3)

▲左側照光

▲右側照光

實驗結果二-4：

- (一) 本次實驗兩箱溫度差小於 1°C ，所以溫度並不會有太大影響。
- (二) 經過六小時的觀察可以發現，結晶的確會較密集的生長在照光側。

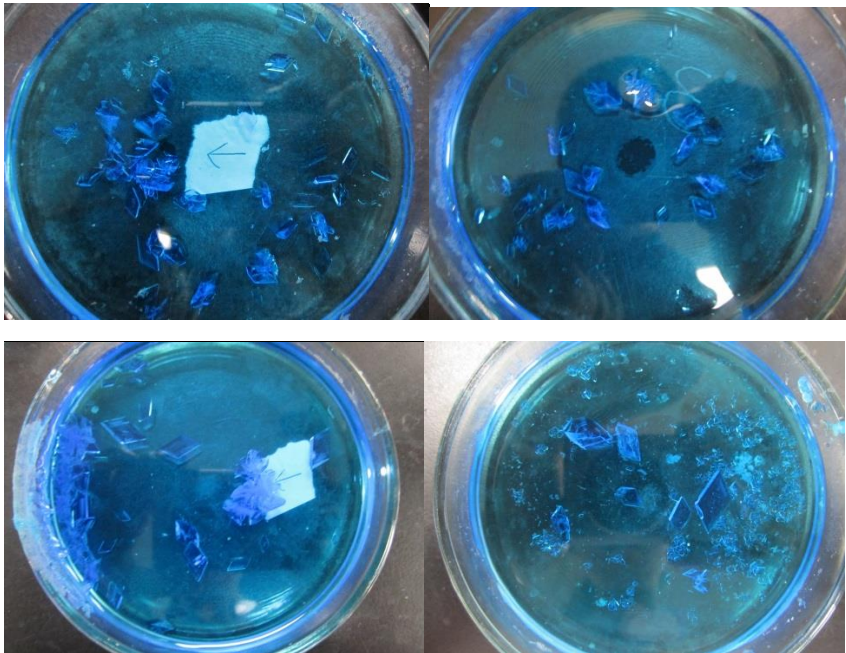
實驗二-4-2：使用培養皿探討結晶成長是否真的較靠近照光側

我們發現結晶靠照光測，但考慮到有可能會因為燒杯空間不夠大而引起的假象誤判，所以我們決定使用空間較寬的培養皿觀察，且觀察結晶時間縮短。

- (一) 我們先配置好 50 克的水和 30 克硫酸銅，加熱至完全溶解。
- (二) 將溶解完的水溶液滴入培養皿中。
- (三) 接著將兩個培養皿放入暗箱中，其中一個由左側向右方照光，另一個無照光。
- (四) 實驗時間為四小時，並觀察其結晶情形。

實驗結果二-4-2：

- (一) 我們發現二-4-2 實驗結果與二-4 的實驗結果相符，而且更加明顯。



▲ 左側照光

▲沒照光

實驗二-5：探討光線顏色對結晶的影響

- (一) 不透明藍色物體，是反射藍光，其餘色光被吸收；透明藍色物體，則是透射藍光，其餘色光被吸收。我們想探討硫酸銅水溶液(藍色)，若照射藍光(利用藍色玻璃紙濾光)、白光或無照光是否會有不同的結晶情形。
- (二) 兩個 LED 燈泡皆是由上方向下照射，做三次實驗。
- (三) 每次實驗都會有 2 杯硫酸銅水溶液，各有 50g 水和 30g 硫酸銅。
- (四) 加熱兩杯水溶液使硫酸銅完全溶解，蓋上保鮮膜並戳 20 個小洞。
- (五) 我們的實驗時間為 4 小時。



▲照藍光

▲照白光

實驗結果二-5：

- (一) 初次實驗時，我們使用了結晶過後回收的硫酸銅粉末，可能因為尚未把水分蒸發完全，秤量的重量包含了過多的水分，所以配置的水溶液濃度較低，因而無法結晶。
- (二) 修正了錯誤之後，得到的實驗結果皆為照白光的結晶速率大於照藍光的結晶速率，照藍光的結晶速率又大於無照光的結晶速率。

實驗三：探討旋轉對結晶的影響

實驗三-1：製作旋轉工具

- (一) 我們首先想到的是把電風扇拆掉，取出中間的旋轉馬達，把它連接交直流電源供應器使它能穩定且較慢的旋轉。
- (二) 接著我們割了一個板子(圖 3-1)，使燒杯能固定在電風扇上。
- (三) 可惜電風扇轉動不穩定，所以後來我們使用改裝的旋轉平台來進行我們的實驗(圖

3-2)。

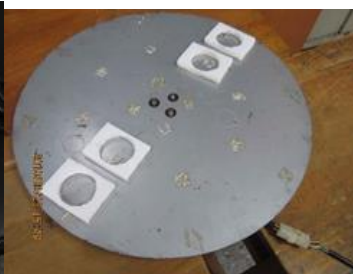
(四) 因旋轉平台無法固定燒杯，所以我們用瓦楞板割了四個固定板(圖 3-2)。

(五) 燒杯放置處內圈與圓心相隔 12 公分，外圈與圓心相隔 20 公分。

(六) 我們將轉速分為四個階段，分別是第一階段:每分鐘轉 8 圈；第二階段:每分鐘轉 12 圈；第三階段:每分鐘轉 18 圈；第四階段:每分鐘轉 22 圈。



▲(圖 3-1)自製板子



▲(圖 3-2)






▲燒杯放上去的樣子

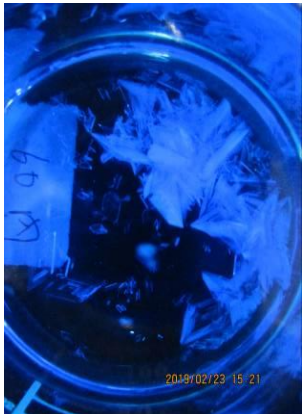








實驗三-2：探討轉速對結晶的影響

(一) 每次實驗使用三杯 100 毫升的燒杯，內裝 50 毫升的水與 30 公克的硫酸銅粉末進行實驗。

(二) 加熱三杯水溶液使硫酸銅完全溶解，蓋上保鮮膜並戳 20 個小洞。

(三) 每次實驗時間為 4 個小時，分別以四個不同階段轉速做實驗。

	放置內圈的燒杯	放置外圈的燒杯	未旋轉
第一階段(每分鐘轉 8 圈)			
圓心方向	↓	↓	

第二階段（每分鐘轉 12 圈）			
圓心方向	↓	↓	
第三階段（每分鐘轉 18 圈）			
圓心方向	↓	↓	
第四階段（每分鐘轉 22 圈）			
圓心方向	↓	↓	

實驗結果三-2：

- (一) 我們的實驗結果發現，沒有旋轉的最先發現結晶產生，再來是內圈的，最後是外圈的。
- (二) 而在相同時間之下，沒有旋轉的結晶量最多，其次是外圈的，最少的是內圈的。
- (三) 但硫酸銅的結晶方向、大小並沒有發現什麼規律。如上圖表(箭頭方向為圓心方向)

伍、討論

- (一) 我們發現並不能控制硫酸銅晶體的結晶形狀，而不同形狀的瓶子內之結晶都是由小平行四邊形堆疊起來的。
- (二) 我們覺得瓶子破掉的原因應該並不是熱脹冷縮或是撞擊所造成的，我們覺得是已經沒有位置堆疊平行四邊形，所以壓迫到玻璃瓶，最後使瓶子破掉。
- (三) 在溫度相同情況之下，我們發現有照光的硫酸銅會比較快結晶，且結晶顆粒也較細小。而無照光的硫酸銅，較慢結晶且顆粒較大。
- (四) 我們發現結晶稍微會往照光的方向生長，可能是光源提供了能量使硫酸銅結晶，而照光的那一側吸收了大部分的光，所以從照光側先結晶。
- (五) 我們發現照白光的都較快結晶，其次是藍光，最後是無照光的。我們推論可能照白光時，藍色硫酸銅溶液吸收了 66%(紅光和綠光)的能量，而照藍光的照理來說應該會透射或反射藍光，但可能藍色玻璃紙並沒有完全濾掉其他色光，所以硫酸銅溶液微量吸收了一些能量，所以結晶速度會有所影響。
- (六) 旋轉中的硫酸銅結晶速率較慢，推測可能是旋轉過程中，溶液受到擾動使硫酸銅較不易結晶。
- (七) 晶體結晶實驗相當耗時，常常需要觀察一整天，甚至跨週末才能記錄到較完整的實驗結果，若未來還有繼續研究的機會，我們希望可以將結晶情形的質與量描述更加詳盡。

陸、結論

- (一) 我們發現硫酸銅結晶的形狀並不能說想把它變成什麼形狀都可以，它是由許多的

平行四邊形堆疊而成，有固定的晶形。

- (二) 在實驗二-1 中，我們發現環境溫度對結晶的影響很大，相差幾度結晶速率就差很多。溫度愈高，結晶速率就愈慢。
- (三) 在溫度相同情況之下，我們發現光對硫酸銅結晶有影響，靠近照光側的結晶速率較快；無照光的結晶速率較慢。
- (四) 在溫度相同情況之下，照度較強則結晶速率較快。
- (五) 旋轉速率對結晶速率有影響，沒有旋轉的最先發現結晶產生，再來是內圈的，最後是外圈的。而在相同時間之下，沒有旋轉的結晶量最多，其次是外圈的，最少的是內圈的。但對結晶方向、結晶大小，並無明顯影響。

柒、參考資料

1. 第 53 屆全國科展-晶聲尖叫-探討聲波對硫酸銅結晶的影響
<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/030211.pdf>
2. 第 57 屆全國科展-藍色夢幻—硫酸銅結晶的研究
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=53&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=13817>
3. 南一版，自然與生活科技課本，第五冊，礦物與岩石，第 157 頁