

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組

題目名稱：神奇的化學花園 探討硫酸銅結晶生長變因之研究

一、摘要

本研究探討不同條件對硫酸銅結晶生長的影響，包括水玻璃濃度、硫酸銅質量、溫濕度、容器底面積等多項變因。實驗發現，水玻璃濃度為1:4與1:5時結晶效果最佳，而過稀的水玻璃溶液影響反應效率。硫酸銅的質量過多會影響結晶生長，因此選用底面積較大的容器並將硫酸銅平鋪於底部更有利於結晶生成。此外，容器底面積對結晶生長高度影響不大，但平鋪方式能促進更多結晶生成。本研究結果有助於了解不同環境對硫酸銅結晶的影響，為材料科學及化學實驗提供參考。

二、探究題目與動機

硫酸銅是實驗室中常出現的物品，一次實驗中我們製作了化學花園，在實驗過程中，我們發現硫酸銅結晶的生長速度和形態似乎會因不同條件而改變，這引發了我們的興趣。不僅是環境、容器上的不同，甚至是生活中不可缺少的磁場和電壓，他們會不會對硫酸銅結晶生長造成影響呢？於是我們開始實驗。

三、探究目的與假設

- (一)、探討不同濃度的水玻璃對硫酸銅結晶生長情況的影響
- (二)、探討不同質量的硫酸銅對硫酸銅結晶生長情況的影響
- (三)、探討每分鐘硫酸銅的生長量
- (四)、探討不同溫度對硫酸銅結晶生長情況的影響
- (五)、探討不同容器底面積對硫酸銅結晶生長情況的影響
- (六)、探討不同容器斜放角度對硫酸銅結晶生長情況的影響

四、探究方法與驗證步驟

實驗1:不同濃度的水玻璃對硫酸銅結晶生長情況的影響

(一)、實驗器材：試管、燒杯、電子秤、玻璃棒、硫酸銅、水玻璃、水、藥勺、秤量紙、量杯、試管架

(二)、實驗過程：

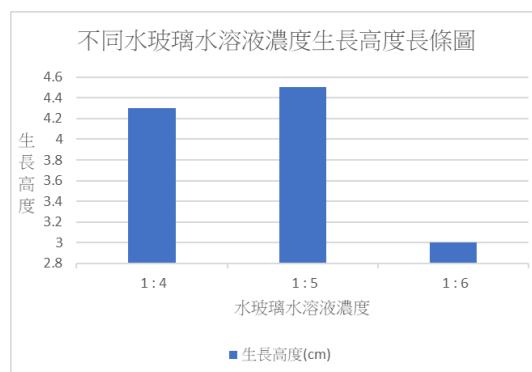
- 硫酸銅:0.5g
- 水玻璃:水=1:5/1:4/1:6
- 1. 先用電子秤、藥勺、秤量紙測量硫酸銅分別為0.5g
- 2. 調配三種水玻璃水溶液，濃度分別為1:4、1:5、1:6
- 3. 把0.5g的硫酸銅個別倒入試管中
- 4. 用量杯測量10g的水玻璃水溶液
- 5. 用滴管把10g的水玻璃水溶液倒入試管
- 6. 放置試管架上生長20分鐘
- 7. 測量硫酸銅結晶的生長高度

(三)、實驗結果：

表4-1 不同水玻璃水溶液濃度生長高度數據表

水玻璃水溶液濃度	硫酸銅質量(g)	生長時間(min)	生長高度(cm)
1:4	1g	10	4.3
1:5	1g	10	4.5
1:6	1g	10	3

表4-2 不同水玻璃水溶液濃度生長高度長條圖



實驗發現：

- 水玻璃水溶液濃度為1:4、1:5, 硫酸銅結晶的生長高度比水玻璃水溶液濃度為1:6要來的高;1:4與1:5相較之下結晶生長情況明顯較不理想, 因此我們採用1:5作為後續實驗水玻璃水溶液的濃度。
- 在溶液濃度為1:6的實驗中, 我們觀察到結晶較細小, 生長過程中也有發現結晶斷裂的情況。

實驗2: 不同質量的硫酸銅對硫酸銅結晶生長情況的影響

(一)、實驗器材: 試管、燒杯、電子秤、玻璃棒、硫酸銅、水玻璃、水、藥勺、秤量紙、量杯、滴管、試管架

(二)、實驗過程:

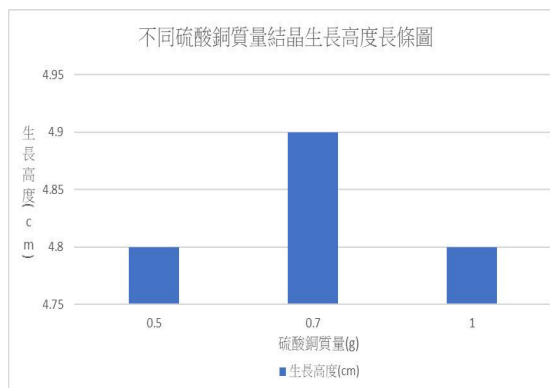
- 硫酸銅:0.5g
 - 水玻璃:水=1:5/1:4/1:6
1. 先用電子秤、藥勺、秤量紙測量硫酸銅分別為0.5g
 2. 調配三種水玻璃水溶液, 濃度分別為1:4、1:5、1:6, 水玻璃都固定為10g
 3. 把0.5g的硫酸銅個別倒入試管中
 4. 用量杯測量10g的水玻璃水溶液
 5. 用滴管把10g的水玻璃水溶液倒入試管
 6. 放置試管架上生長20分鐘
 7. 測量硫酸銅結晶的生長高度

(三)、實驗結果：

表4-3 不同硫酸銅質量結晶生長高度數據表

硫酸銅質量(g)	水玻璃水溶液濃度	生長時間(min)	生長高度(cm)
0.5g	1:5	10	4.8
0.7g	1:5	10	4.9
1g	1:5	10	4.8

表4-4 不同硫酸銅質量結晶生長高度長條圖



實驗發現：

質量不影響生長情形，無論是0.5g、0.7g或1g，在固定時間內的生長高度都大約相同。

實驗3：探討每分鐘硫酸銅的生長高度

(一)、實驗器材：燒杯、電子秤、玻璃棒、硫酸銅、水玻璃、水、藥勺、秤量紙、量杯、碼表

(二)、實驗過程

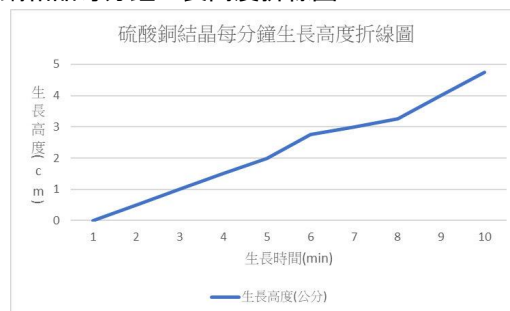
- 硫酸銅:1g
- 水玻璃:水=1:5
- 1. 先用電子秤、藥勺、秤量紙測量硫酸銅為0.5g
- 2. 調配濃度1:5水玻璃水溶液
- 3. 放入護貝的方格紙，以確切測量硫酸銅結晶的生長高度
- 4. 把1g的硫酸銅倒入燒杯中，並平舖在燒杯底部
- 5. 倒100克水玻璃水溶液入燒杯中
- 6. 測量硫酸銅結晶的生長高度
- 7. 開始計時，每分鐘看硫酸銅生長高度
- 8. 讓硫酸銅結晶生長到10分鐘

(三)、實驗結果：

表4-5 硫酸銅結晶每分鐘生長高度數據表

生長時間 (分鐘)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
生長高度 (公分)	0	0.5	1	1.5	2	2.75	3	3.25	4	4.75

表4-6 硫酸銅結晶每分鐘生長高度折線圖



實驗發現：每分鐘硫酸銅的生長量基本上呈線性比例，但存在些微誤差

實驗4：不同溫度對硫酸銅結晶生長情況的影響

(一)、實驗器材：實驗器材：燒杯、電子秤、玻璃棒、硫酸銅、水玻璃、水、藥勺、秤量紙、恆溫水浴箱、酒精燈、三腳架、陶瓷纖維網

(二)、實驗過程：

- 硫酸銅:1g、水玻璃:水=1:5

➤ 升溫實驗：

1. 先用電子秤、藥勺、秤量紙測量硫酸銅為1g
2. 用常溫水調配濃度1:5水玻璃水溶液125ml
3. 把1g的硫酸銅倒入燒杯響中，並平舖在燒杯底部，放入方格紙及溫度計
4. 用滴管把水玻璃水溶液倒入燒杯中至4公分標記
5. 測量初始溫度，並放置在酒精燈上，等待硫酸銅結晶生長至4公分處
6. 比較生長時間及情形

➤ 降溫實驗：

- 步驟同上，但步驟2由常溫水改成熱水，步驟5改為測量初始溫度，並等待硫酸銅結晶生長至4公分處

➤ 恆溫實驗：

- 步驟同升溫實驗，但步驟5改成將燒杯放在恆溫水浴箱中，調至固定溫度，並將手機放入燒杯中錄影

(三)、實驗結果：

- 溫度越低硫酸銅結晶在一定時間內生長高度最高
- 在溫度上升的過程中硫酸銅結晶會偏向一邊生長，高度也比較矮，底部的硫酸銅還會變色。
- 硫酸銅結晶在溫度降至40度，距離開始10分鐘後就不再生長。

實驗5: 不同容器底面積對硫酸銅結晶生長情況的影響

(一)、實驗器材：不同燒杯、電子秤、玻璃棒、硫酸銅、水玻璃、水、藥勺、秤量紙、量杯、試管架12.5cm²

(二)、實驗過程：

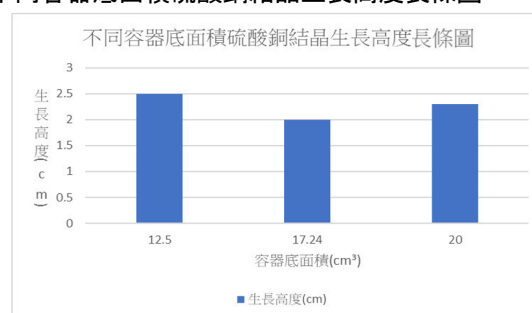
- 硫酸銅:0.5g
 - 水玻璃:水=1:5
1. 先用電子秤、藥勺、秤量紙測量硫酸銅為0.5g
 2. 調配濃度1:5水玻璃水溶液
 3. 把0.5g的硫酸銅倒入燒杯中，並平鋪在燒杯底部
 4. 在每個燒杯上做高度4公分的記號
 5. 用滴管把水玻璃水溶液倒入燒杯中至4公分標記
 6. 讓硫酸銅結晶生長10分鐘
 7. 測量硫酸銅結晶的生長高度

(三)、實驗結果：

表4-7 不同容器底面積硫酸銅結晶生長高度數據表

底面積 (cm ²)	12.5	17.24	20
生長高度 (cm)	2.5	2	2.3

表4-8 不同容器底面積硫酸銅結晶生長高度長條圖



實驗發現：我們發現底面積對硫酸銅的生長影響不大，硫酸銅結晶生長高度都在2至2.5公分中，但平鋪硫酸銅在燒杯底部可以讓硫酸銅生長較多

實驗6: 不同容器斜放角度對硫酸銅結晶生長情況的影響

(一)、實驗器材:燒杯、電子秤、玻璃棒、硫酸銅、水玻璃、水、藥勺、秤量紙、量杯、試管架

(二)、實驗過程:

- 硫酸銅:0.5g
- 水玻璃:水=1:5
- 1. 先用電子秤、藥勺、秤量紙測量硫酸銅為0.5g
- 2. 調配濃度1:5水玻璃水溶液
- 3. 把0.5g的硫酸銅倒入燒杯中, 並平鋪在燒杯底部
- 4. 用滴管倒40克水玻璃水溶液入燒杯中
- 5. 放置燒杯使燒杯傾斜65度
- 6. 讓硫酸銅結晶生長10分鐘
- 7. 測量硫酸銅結晶的生長高度

(三)、實驗結果:

我們發現硫酸銅會向液面生長, 反地心引力, 這讓我們想要了解液面的凹凸會如何影響硫酸銅結晶生長

五、結論與生活應用

1. 底面積對結晶生長的影響:容器底面積大小不影響結晶的生長, 但將硫酸銅平鋪可促進結晶生長, 效果較佳。
2. 硫酸銅量的影響:在試管中加入的硫酸銅量過多反而不利於結晶生長, 過量會降低效果;液面高度決定硫酸銅所能生長最高高度。
3. 濃度比例的影響:在濃度實驗中, 1:6的水玻璃與水的比例效果最差, 推測因為水玻璃與水的濃度過低, 導致產生的半透膜較薄, 容易生長的同時也使結晶結構較為脆弱, 容易發生斷裂。
4. 每分鐘硫酸銅的生長量:每分鐘硫酸銅的生長量基本上呈線性比例, 但存在些微誤差
5. 容器斜放對結晶方向的影響:將容器斜放時, 結晶的生長方向仍垂直於地面, 且不受斜放角度的影響。當容器放回平面後, 結晶會繼續朝原本方向生長。
6. 不同溫度對硫酸銅結晶生長情況的影響:恆溫實驗發現, 溫度越低硫酸銅結晶在一定時間內生長高度最高;升溫實驗發現, 在溫度上升的過程中硫酸銅結晶會偏向一邊生長, 高度也比較矮, 底部的硫酸銅還會變色;降溫實驗發現, 硫酸銅結晶在溫度降至40度, 距離開始10分鐘後就不再生長。

討論

1. 實驗發現，容器的底面積不影響結晶生長，但將硫酸銅平鋪結晶生長效果更佳
2. 在試管中加入不同量的硫酸銅，量越多反而效果越差
3. 在濃度實驗中，1:6的比例效果最差，我們推測是因為水玻璃和水的濃度太低，導致反應無法進行
4. 將容器斜放，可以觀察到結晶的生長方向垂直於地面，不受斜放角度影響；有趣的是，再將容器放回平面後，結晶又會朝原本方向生長
5. 在不同溫度對硫酸銅結晶生長情況的影響中的升溫實驗，我們發現硫酸銅有向一邊生長的趨勢，我們推測是因為水的熱對流而使硫酸銅生長偏一邊，而在杯壁的硫酸銅不受影響，在杯底的硫酸銅變色可能是因為溫度過高。
6. 在不同溫度對硫酸銅結晶生長情況的影響中的恆溫實驗，我們發現溫度越低硫酸銅結晶在一定時間內生長高度越高，可能是因為硫酸銅溫度太高會變色，以及變得更不容易生長。
7. 在不同溫度對硫酸銅結晶生長情況的影響中的降溫實驗，我們發現硫酸銅在從45度降溫至40度以下，距離開始10分鐘後就不在繼續生長，可能是因為硫酸銅一開始溫度太高不容易生長，降溫之後情況沒有好轉。

參考資料

1. 神奇金屬樹—鉛樹及銅樹的研究
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/29/pdf/29m/066.pdf>
2. 化學花園
<https://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-031.html>
3. 水中花園
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%B4%E4%B8%AD%E8%8A%B1%E5%9C%92>
4. 真「醇」假「純」～水玻璃大解碼
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/080218.pdf>
5. 矽酸鈉
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%A1%85%E9%85%B8%E9%88%89>