



化學珊瑚的奇幻世界 -

水玻璃與金屬鹽類的魔法反應

## 摘要

本實驗探討不同金屬鹽及水玻璃濃度對晶體生長之影響。實驗一以水玻璃:水=1:5配置溶液，分別加入硝酸鎳、硫酸銅、硫酸亞鐵及硫酸鎂，每5分鐘記錄晶體長度至25分鐘，結果顯示硫酸亞鐵與硫酸銅晶體生長較快，而硝酸鎳與硫酸鎂晶體生長較慢。實驗二以0%、5%、10%、15%、20%水玻璃溶液加硫酸亞鐵進行反應，記錄晶體高度，發現0%及5%組無生長，10%以上時晶體會快速生長。綜合結果顯示，金屬鹽種類與水玻璃濃度均顯著影響晶體生長，適當水玻璃濃度能促進矽酸鹽薄膜形成與破裂，加速晶體增長。

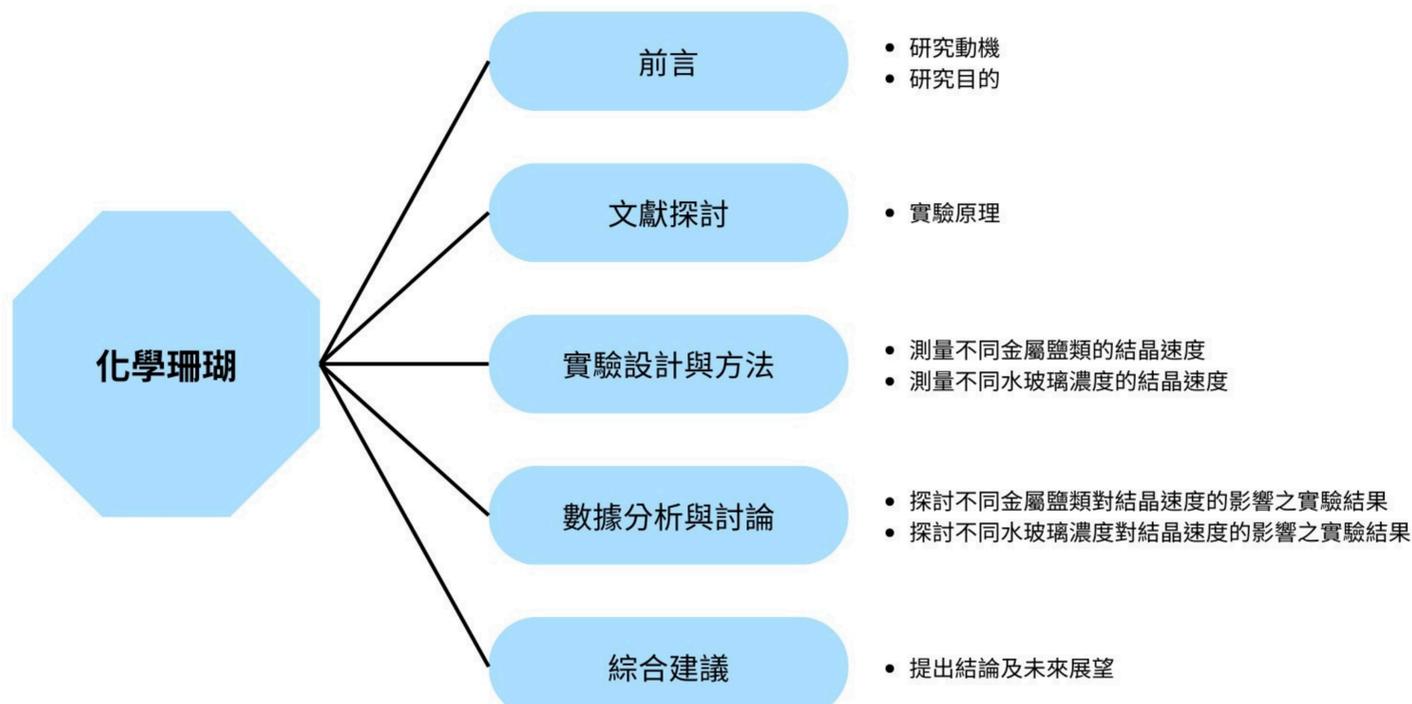
## 研究動機

高中一年級我們學校舉辦了一場科學營，而我們負責設計化學實驗，當時我們設計的實驗就是「化學珊瑚」。在設計實驗的過程中，我們發現自己對於「化學珊瑚」的生長原理並沒有充分的理解，所以我們進行了這次的研究，希望能進一步探索其中的科學原理。透過這次研究，我們希望應用高中所學的知識來更充分理解並應用化學珊瑚的現象。例如：滲透壓在溶液中的影響、化學反應中的各種鍵結變化，以及不同金屬離子的特性如何影響沉澱的生成。這些概念都是高中課程中的重要內容，而透過研究，我們能夠將這些理論與實際現象結合，加深對其的理解與應用。

## 研究目的

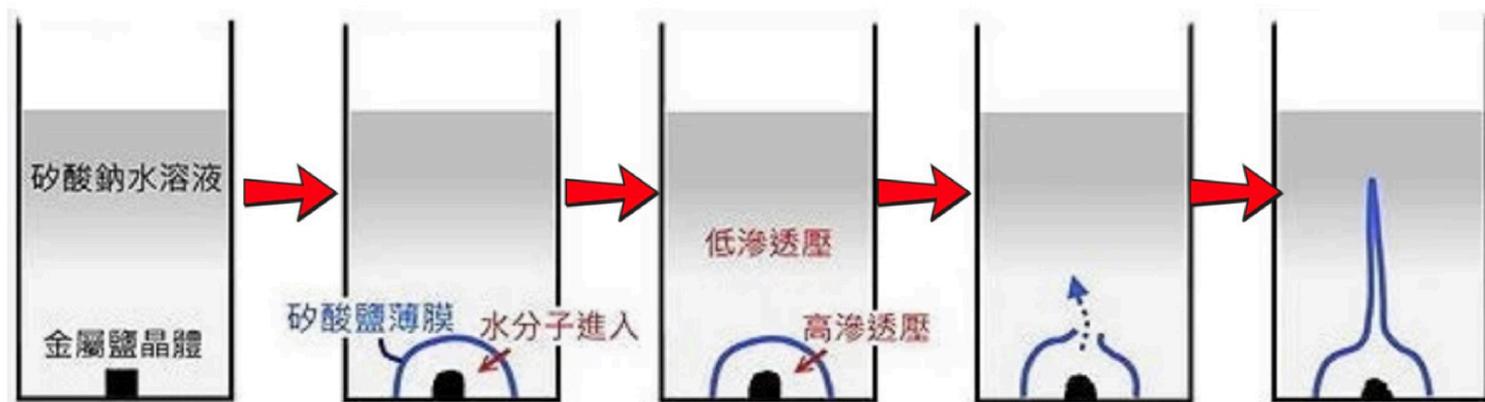
- (一)探討不同金屬鹽類對結晶速度的影響
- (二)探討水玻璃的濃度對結晶速度的影響

## 研究架構



(圖一) 研究架構圖

## 實驗原理



(圖二) 化學珊瑚形成原理

## 實驗步驟

- (一) 配置水玻璃溶液，裝入樣品瓶中
- (二) 在樣品瓶中加入金屬鹽
- (三) 每5分鐘紀錄一次長晶高度，直到25分鐘
- (四) 比較不同變因對結晶速度的影響

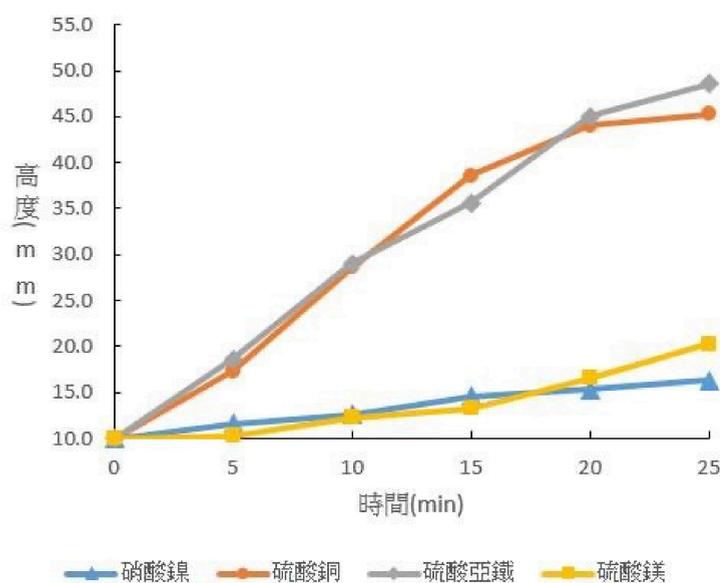
## 實驗結果

時間/晶體種類	硝酸鎳	硫酸銅	硫酸亞鐵	硫酸鎂
0min	10.0mm	10.0mm	10.0mm	10.0mm
5min	11.6mm	17.3mm	18.6mm	10.3mm
10min	12.6mm	28.6mm	29.0mm	12.3mm
15min	14.6mm	38.6mm	35.6mm	13.3mm
20min	15.3mm	44.0mm	45.0mm	16.6mm
25min	16.3mm	45.3mm	48.6mm	20.3mm

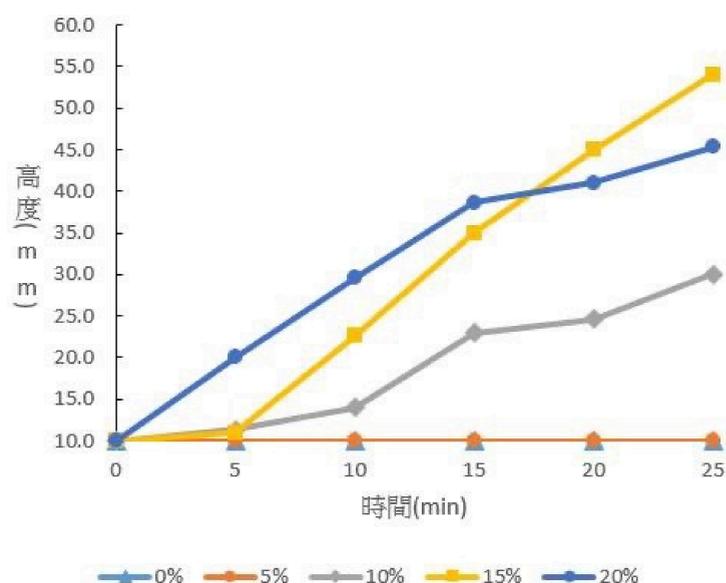
(表一) 四種金屬鹽類隨時間之結晶高度

時間/水玻璃濃度	0%	5%	10%	15%	20%
0min	10.0mm	10.0mm	10.0mm	10.0mm	10.0mm
5min	10.0mm	10.0mm	11.3mm	11.0mm	20.0mm
10min	10.0mm	10.0mm	14.0mm	22.6mm	29.6mm
15min	10.0mm	10.0mm	23.0mm	35.0mm	38.6mm
20min	10.0mm	10.0mm	24.6mm	45.0mm	41.0mm
25min	10.0mm	10.0mm	30.0mm	54.0mm	45.3mm

(表二) 不同水玻璃濃度中晶體隨時間之結晶高度



(圖三) 四種金屬鹽類隨時間之結晶高度變化折線圖



(圖四) 不同水玻璃濃度中晶體隨時間之結晶高度變化折線圖

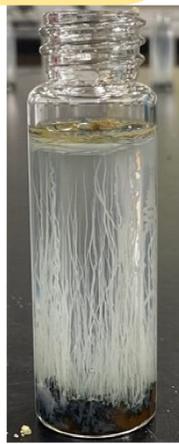
# 實驗結果



(圖五) 硝酸鎳晶體



(圖六) 硫酸銅晶體



(圖七) 硫酸亞鐵晶體



(圖八) 硫酸鎂晶體



(圖九) 水玻璃0%時  
硫酸亞鐵晶體



(圖十) 水玻璃5%時  
硫酸亞鐵晶體



(圖十一) 水玻璃10%時  
硫酸亞鐵晶體



(圖十二) 水玻璃15%時  
硫酸亞鐵晶體



(圖十三) 水玻璃20%時  
硫酸亞鐵晶體

# 討論

## (一) 探討不同金屬鹽類對長晶速度的影響之實驗討論

根據實驗結果，硫酸亞鐵與硫酸銅的生長速度最快，在25分鐘內皆超過45mm，而硫酸鎂與硝酸鎳的生長速度相對較慢，僅約16~20mm。這顯示不同金屬離子對於矽酸鹽薄膜的形成及後續生長有不同影響。

## (二) 探討水玻璃的濃度對結晶速度的影響之實驗討論

1. 在低濃度水玻璃 (特別是0%和5%) 中，溶液中矽酸鈉的含量過低，導致無法有效進行陽離子交換來生成穩定的矽酸鹽薄膜。由於矽酸鹽薄膜無法形成或不夠穩固，即使內外有滲透壓差，水分也不會透過半透膜進入，晶體自然無法生長。
2. 當水玻璃濃度提高到10%以上時，足夠的矽酸鹽能夠與金屬離子發生陽離子交換，形成穩定的矽酸鹽薄膜。此時，因膜內的滲透壓高於外部溶液 (低張溶液)，水分因滲透壓差進入膜內，導致內部壓力升高，使膜膨脹並最終破裂。
3. 當水玻璃濃度進一步提高至20%，外部溶液的濃度接近內部，使得膜內外的滲透壓差減小，水分滲透的速率變慢。此外，高濃度水玻璃會形成更厚、更堅韌的矽酸鹽薄膜，使其更難以破裂，導致結晶生長受阻。因此，在20%濃度下，增長會趨緩，最終高度低於15%濃度的晶體。

# 結論

(一) 不同金屬晶體的生長速度不同，這與矽酸鹽薄膜的形成與破裂速率相關，而薄膜的破裂速率則受滲透壓影響

(二) 金屬晶體在不同濃度的水玻璃溶液中具有不同的生長速度。在適當濃度下，晶體生長速度較快；濃度過低時，無法形成半透膜，導致晶體無法生長；濃度過高時，由於滲透壓差減小，生長速度則會減緩

## 參考文獻

- 方金祥、游苑平 (2005)。兒童創意科學實驗之設計—奇妙的海底世界。科學教育月刊，277，23-24。取  
<https://www.sec.ntnu.edu.tw/uploads/asset/data/62564108381784d09345bd4c/277-03%E5%85%92%E7%AB%A5%E5%89%B5%E6%84%8F%E7%A7%91%E5%AD%B8%E5%AF%A6%E9%A9%97.pdf>
- 屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 (無日期)。花團錦簇的海底世界。2025年3月7日，取自：  
[https://sci.ptc.edu.tw/Pthsci61/Upfile/Works/1615449626\\_029697\\_12.pdf](https://sci.ptc.edu.tw/Pthsci61/Upfile/Works/1615449626_029697_12.pdf)
- 謝昀蓁、張婷媗、徐若庭、徐依鈺 (無日期)。真「醇」假「純」~水玻璃大解碼。2025年3月7日，取自：  
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/080218.pdf>