

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：此玻璃非彼玻璃-水啦!

一、摘要

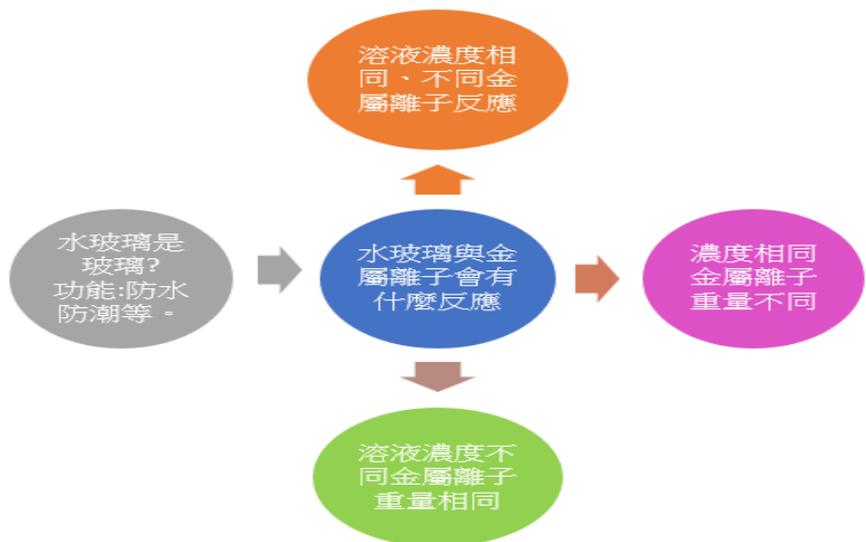
那天我拆開新買的藍芽耳機盒子時，裡面竟然有一小包奇妙的包裝，後來才知道那是用來吸收濕氣的乾燥劑！這讓我想到，我們家廚房的乾燥劑也會隨著吸濕程度的不同而改變顏色，從藍色變成粉紅色，甚至有些會變成橘色或黑色.....這些顏色的變化，都跟一種叫做水玻璃的神奇物質有關。

水玻璃，雖然名字裡有「水」，其實是一種特殊的液態玻璃！乾燥劑裡面的水玻璃，是經過酸化等反應，才變成我們看到的那種可以吸濕的小珠子。有些乾燥劑裡還加了指示劑，這樣它就可以通過改變顏色，如從藍色變成粉紅色，就表示它吸滿了水。

這件事情讓我很好奇，水玻璃在化學上究竟會發生什麼樣的變化呢？於是，我們決定做個實驗，把不同的金屬離子，像是硫酸銅、硫酸鎳和氯化鈷這些「魔法粉末」，加到水玻璃裡會發生什麼有趣的事，結果發現不同的濃度及重量影響會長出奇特的海底珊瑚景觀！這些變化並不僅是滲透作用，其實是過程中，金屬離子和矽酸根離子相結合，創造出了有趣的形態。

二、探究題目與動機

- (一) 探討水玻璃與金屬離子的反應。
- (二) 找出水玻璃的性質，並分析是否與滲透作用等反應相關，進而去觀察其變化。
- (三) 研究水玻璃溶液濃度及金屬離子重量對於實驗的影響。

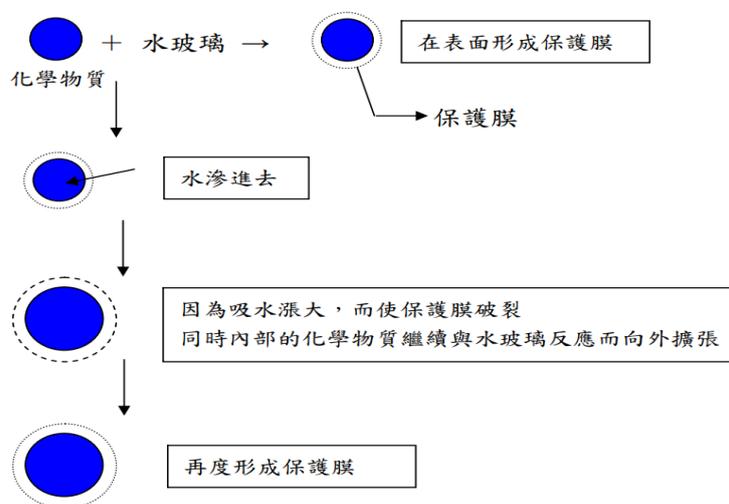


三、探究目的與假設

(一) 假設：水玻璃(矽酸鈉)溶液與不同金屬離子反應產生顏色變化的原因是金屬離子與水玻璃中的矽酸根結合形成了不同顏色的水合晶體，表示金屬離子的種類直接影響了水合晶體的顏色，而且因為金屬離子和水玻璃之間特殊的反應，形成一種可以不斷生長的美麗結構，就像是海底珊瑚景觀。

(二)邏輯推導：不同的金屬離子會顯示不同的顏色，當金屬離子與水玻璃中的矽酸根反應而

形成水合晶體時，這些沉澱會呈現出特定的顏色，過渡金屬鹽類（如銅、鈷、鎳）與水玻璃（矽酸鈉溶液）反應，形成具有半透膜性質的金屬矽酸鹽沉澱，在水中逐漸生長，形成類似海底珊瑚的結構，這種結構的形成支持假設，進而探討水玻璃溶液濃度及金屬離子重量對於實驗的影響。



金屬矽酸鹽的生長過程

四、探究方法與驗證步驟

(一)材料

- 1、矽酸鈉(Na_2SiO_3)、硫酸銅(CuSO_4)、硫酸鎳(NiSO_4)及氯化鈷(CoCl_2)。
- 5、透明小玻璃瓶等。

(二) 實驗步驟

- 1、將 4 毫升的水玻璃裝入 20 毫升玻璃瓶。
- 2、加入水到八分滿，並且將水玻璃與水混合均勻，配置水玻璃溶液作為對照組。
- 3、將硫酸銅、硫酸鎳及氯化鈷分別加入水玻璃溶液中為實驗組。
- 3、觀察對照組與實驗組溶液的顏色差異。
- 4、注意將水加到滿，並蓋上瓶蓋。

(三)實驗結果與分析

1、證明假設方法

- (1)準備對照組與實驗組：製作水玻璃溶液作為對照組，並製作含有金屬離子的水玻璃溶液作為實驗組。
- (2)觀察顏色變化：比較對照組與實驗組溶液的顏色，觀察水合晶體的顏色，觀察到了色彩不同的水合晶體物逐漸形，成這些水合晶體隨著時間的推移開始展現出類似珊瑚的結構，顏色和形狀各異，依賴於所使用的金屬鹽類。水合晶體的生長過程中，可以見到局部膨脹和突然的結構破裂現象，伴隨著新的水合晶體生長。
- (3)分析結果：根據觀察結果，判斷金屬離子都形成了特定顏色的水合晶體，過渡金屬鹽類

與矽酸鈉溶液中的反應證實了金屬離子與矽酸根能夠形成金屬矽酸鹽沉澱，半透膜破裂後的水合晶體物形成導致了結構的進一步複雜化和擴張，與假設相符，硫酸銅(CuSO_4)顏色水合晶體顏色為藍色、硫酸鎳(NiSO_4)為綠色及氯化鈷(CoCl_2)為粉紅色，可能因為硫酸鎳及氯化鈷的量放的較少，使展現的水合晶體為藍色，僅底部有少許的淡紅色，因此決定進一步探討相同濃度水玻璃溶液與不同重量硫酸銅、不同濃度水玻璃溶液與相同重量硫酸銅之間的變化。



實驗成果

(四)水玻璃溶液濃度與金屬離子(如：硫酸銅)重量對於形成水合晶體變化影響探討

1、相同濃度 25% 水玻璃溶液與不同重量 10 克和 20 克硫酸銅反應後水合晶體的形成情況
 硫酸銅添加量對沉澱物的大小有明顯影響，添加量較多時形成的水合晶體較大，但高度較低，可能是因為更多的硫酸銅促進底部水合晶體的形成。

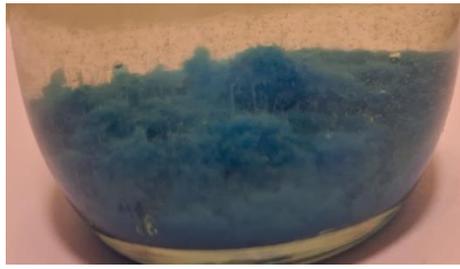
硫酸銅添加量	開始形成時間	顏色	大小	形狀	形成速率
10 克	1 分鐘	淺藍色		細小長條狀	相較慢
	5 分鐘			不規則及細長條狀	底部結晶較小

	8 分鐘		細長條狀漸高	底部結晶變化小
	10 分鐘		細長條狀樹狀	底部結晶變多，高度約 3cm
20 克	1 分鐘		不規則	底部有結晶
	5 分鐘		不規則及開始有細長條狀	底部結晶較大
	8 分鐘		不規則且變多	底部結晶膨脹
	10 分鐘		不規則且細長條狀變多	底部結晶大且多，高度約 2.5cm

2、選擇相同重量硫酸銅與 25% 和 50% 不同濃度水玻璃溶液反應後水合晶體的形成情況

(1) 形成速率差異：溶液的濃度越高，溶質分子之間的相互作用越強，達到飽和狀態和開始結晶的可能性越大，觀察水玻璃 50% 濃度相較 25% 濃度所形成的結晶，50% 濃度的結晶較大，25% 濃度的結晶較小，但高度較高。

(2) 形狀：這可能與溶液中水玻璃的濃度有關。較高濃度的水玻璃可能促使沉澱物形成較大且形狀類似菇類，而 25% 濃度為細長樹狀。

水玻璃濃度	開始形成時間	顏色	大小	形狀	形成速率
25%	1 分鐘	淺藍色		細小長條狀	慢
	5 分鐘			細長狀	慢
	8 分鐘			細長樹狀	結晶較小
	10 分鐘			細且高樹狀	結晶較大·高度約 5.2cm
50%	1 分鐘			不規則	相對快
	5 分鐘			不規則	結晶相對快

	8 分鐘			菇狀	結晶較大
	10 分鐘			菇狀	結晶較大，高度約 3.5cm

3、延伸實驗結果分析：水合晶體的形成速率和最終晶體的特徵，受水玻璃濃度和金屬離子重量在大小及形狀有顯著且綜合的影響，而顏色飽合度影響較不明顯。

五、結論與生活應用

(一) 應用在科學教育：透過觀察不同金屬離子與水玻璃溶液反應產生顏色變化的實驗，可以將抽象的化學概念具體化，或者利用過渡金屬鹽類和水玻璃(矽酸鈉)溶液進行『化學花園』實驗，可以觀察化學反應如何在透明玻璃瓶中創造出類似海底珊瑚狀的結構，形成一個特殊的海底景觀。

(二) 環境保護延伸：不同的過渡金屬鹽類之藥品顏色不一樣，長出的形狀色彩也不同，真有如海底美麗的珊瑚景觀，但仍舊是人造化學珊瑚，不像曾經參加屏東海洋生物博物館珊瑚王國館導覽，所呈現天然五彩炫麗色彩、珍貴的珊瑚環境生態，及珊瑚在海洋中的重要性真實，可延伸環境保護重要性觀念。

(三) 製作乾燥劑：水玻璃因具有吸濕性，可以被用作簡易的乾燥劑，保護某些物品免受潮濕影響時發揮作用。例如，在保存電子設備或其他易受潮濕損害的物品時，將水玻璃粉末放入封閉的容器中，可以幫助吸收水分，維持環境的乾燥。

參考資料

- 1、高中生物滲透作用。
- 2、Leonard A. Ford. (1993) . Chemical Garden. Chemical Magic, pp. 77-78, 2nded. Dover publication, INC. New York.
- 3、觀察實驗部圖片為作者拍攝，其餘圖片部分摘錄自網路(含影片拍攝)。