

兒童創意科學實驗之設計—奇妙的海底世界

方金祥 游苑平

大仁技術學院 幼兒保育系

目的

利用化學藥品如過渡金屬鹽類在一裝有水玻璃(Water Glass, 矽酸鈉)溶液的透明小玻璃瓶中，過渡金屬鹽類不但不會溶解反而會慢慢地生長成類似海底美麗的珊瑚狀，有如海底之景觀，故稱之為『海底世界 (Seabed World)』或稱『化學花園 (Chemical Garden)』。

原理

利用過渡金屬鹽類之表面在水玻璃溶液中，過渡金屬鹽類中之銅、鈷、鎳等過渡金屬離子與水玻璃中之鈉離子進行離子交換，而形成具有半透膜性質之銅、鈷、鎳之矽酸鹽類薄膜，此一薄膜只容許水玻璃中之水分子透過半透膜滲透進入，當水進入半透膜至超過滲透壓後半透膜便會暴開，內部新鮮之過渡金屬鹽類中之過渡金屬離子又即刻與水玻璃中之鈉離子進行交換後再度形成新的薄膜，然後又再度容許水玻璃中之水分子透過半透膜進入，當水進入半透膜再度超過滲透壓後半透膜又會暴開在形成新的薄膜，依此類推。

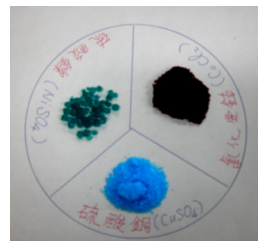
器材

塑膠匙 3 支
水玻璃 (矽酸鈉) 1 瓶

| | |
|--|------|
| 透明小玻璃瓶 | 數瓶 |
| 硫酸銅晶體($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) | 10 g |
| 硫酸鎳晶體(NiSO_4) | 10 g |
| 氯化亞鈷晶體(CoCl_2) | 10 g |
| 細海砂 | 10 g |

實驗步驟

1. 在一透明小玻璃瓶中加入約 5 公撮(mL)的水玻璃。
2. 將水加到玻璃瓶中至八分滿為止 (水玻璃與水之體積比約為 1:4)，將瓶蓋蓋緊然後將其搖盪數下使其混合均勻。
3. 打開瓶蓋，小心地用塑膠匙分別取少許過渡金屬鹽類，如藍色的硫酸銅晶體、綠色的硫酸鎳晶體、粉紅色的氯化亞鈷晶體 (圖一)，放入瓶子中，然後靜置於桌上觀察其生長的情形。
4. 經約十分鐘之後打開瓶蓋，用塑膠滴管吸水慢慢地將瓶子完全加滿水，然後再將瓶蓋鎖緊。



圖一 三種過渡金屬鹽類：硫酸銅 (下)、硫酸鎳 (左上)、氯化亞鈷 (右上)

實驗結果

分別將硫酸銅、硫酸鎳及氯化亞鈷等三種過渡金屬鹽類各一小刮杓加入水玻璃溶液中，然後靜置於桌面，經過一分鐘、三分鐘、五分鐘、八分鐘及十分鐘等不同時間後，其成長之情形，其狀似海底景觀，如封底圖 A 所示。封底圖 B 為成長十分鐘後之放大圖。在不同容器中進行之實驗時，完成之海底世界或化學花園亦各有其特色，如封底圖 C 所示。

實驗注意事項

1. 水玻璃要與水混合均勻。
2. 藥品請勿加太多。
3. 藥品加入水玻璃溶液中後請靜置於桌面，勿再搖晃，可永久保存。
4. 約十分鐘後將瓶子加滿水，然後將瓶蓋鎖緊，以方便攜帶。

問題

1. 水玻璃與水混合比率是否一定要 1:4? 不同比率有何影響?
2. 過渡金屬鹽類在水玻璃溶液中不但不會被溶解反而會生長成類似美麗的珊瑚，其原理為何?
3. 為何在實驗後要將瓶子加滿水，然後再將瓶蓋鎖緊?

4. 一般鹽類加入水玻璃溶液中是否會成長?
5. 不同的過渡金屬鹽類在水玻璃溶液中成長的速度會相同嗎? 形狀會相同嗎?

結論

奇妙海底世界的形成，是由於過渡金屬鹽類之化學藥品在水玻璃溶液中，藥品的表面先形成一層具有半透膜的性質之薄膜，此一薄膜只容許半透膜外圍的液體(水分子)滲透進去，隨之慢慢膨脹後而再慢慢地長高，不同的過渡金屬鹽類之藥品顏色不一樣，長出的形狀也不同，真有如海底美麗的珊瑚景觀，若在海底世界或化學花園完成之後，另以一小刮杓之細海砂慢慢地由瓶口加入，使細小海砂慢慢地沈降至瓶底時，看起來更類似海底景觀，此一奇妙的『海底世界』或『化學花園』可永久保存作為觀賞之用。

參考資料

1. 方金祥 游苑平 (2004). 科學遊戲創意教學及親子活動設計講義，大仁技術學院。
2. Leonard A. Ford. (1993). Chemical Garden. Chemical Magic, pp. 77-78, 2nd ed. Dover publication, INC. New York.