

美心球 — 聚合之膜

校名：高雄市立德國中

指導老師：鄭彩華、李頤鋒

一、旨趣

化學眼光捕捉化學問題，透過親身參與實驗，以培養學生探究化學知識的能力。本活動利用膠類遇二價金屬產生凝膠的特性，呈現一種饒富趣味的變化，並巧妙結合碳酸鈣和檸檬酸反應，設計成發泡的小球，藉以印證碳酸鹽和酸反應會生成金屬離子和氣體。

二、實驗器材

1. 藥品：結蘭膠(或海藻酸鈉)、氯化鉀_(aq)、氯化鈣_(aq)、氯化鎂_(aq)、氯化鋁_(aq)、砂糖、檸檬酸鈉、碳酸鈣、檸檬酸、廣用指示劑、顏料(或豆漿、咖啡)、亮片(或彩色碎石)。
2. 器材：燒杯、玻璃棒、滴管、刮勺、坩堝。

三、活動過程

1. 「膠溶液」：結蘭膠、檸檬酸鈉、砂糖和 600ml 溫水混合攪拌至溶解，冷卻備用。
2. 在各燒杯中分別倒入「膠溶液」100ml，並依序加入少許廣用指示劑、顏料(或豆漿、咖啡)以呈現多樣色。
3. 取 100ml 「膠溶液」，加入 2.5g 碳酸鈣，混合攪拌均勻。

【體驗區】

1. 用滴管將「膠溶液」分別滴入裝氯化鉀_(aq)、氯化鈣_(aq)、氯化鎂_(aq)、氯化鋁_(aq)燒杯中，以刮勺撈取，觀察膠凝聚情形，並判斷何溶液可凝聚成型？
(已知金屬離子價數：鉀(+1)、鈣(+2)、鎂(+2)、鋁(+3))
2. 將「膠溶液」—碳酸鈣混合溶液滴入檸檬酸溶液中，觀察有無產生氣泡？有無凝聚成型？
3. 比較 1、2 方式凝聚成型的膠球，有何不同？

【通關區】

1. 在坩堝中加兩滴氯化鈣_(aq)，再倒入「膠溶液」至七分滿。
2. 將凝聚成型的色球置入「膠溶液」的中間，並使之下沉。
3. 用滴管將氯化鈣_(aq)滴入坩堝中，至蓋過「膠溶液」，不斷搖動

內容物，最後形成一顆「美心球」，便可過關。

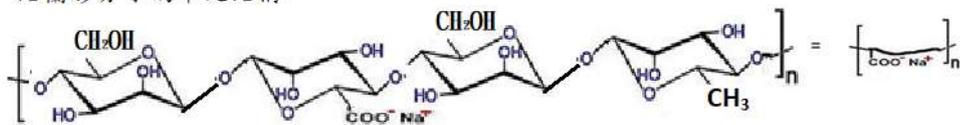
可以使用亮片(或彩色碎石)取代凝聚成型的色球，也可以跳過步驟2。

註：「美心球」沒有毒性，但實驗後要將手洗乾淨，不要讓「美心球」進入眼睛。

四、原理探討

1. 結蘭膠是一個高分子量的異多醣類的發酵產物，為一線性直鏈結構，由於其直鏈上有一 COO 官能基，所以當有二價正離子存在時，可與兩鏈上之 COO 有電荷間引力，使兩鏈之間產生凝聚而成膜。

結蘭膠分子的單元結構



2. 碳酸鈣不易溶於水，可均勻的分散在「膠溶液」中，隨著膠類滴在檸檬酸溶液中時，理化所學到碳酸鈣和酸反應，產生 CO₂ 和鈣離子，而鈣離子藉電荷間引力將結蘭膠(或海藻酸鈉)凝聚形成小球，產生的 CO₂ 將小球帶到液面上。

反應式：

