

海藻酸鈉晶球膜與彈跳高度之探討

投稿類別：自然探究類

篇名：

海藻酸鈉晶球膜與彈跳高度之探討

作者：

王琛博。縣立自強國中。八年三班
張恆誠。縣立自強國中。八年二班

指導老師：

郭千睿老師
徐彥哲老師

壹、前言

一、研究動機

在科展時，我們研究了海藻酸鈉濃度與氯化鈣濃度反應產生膜的最佳比例實驗時，發現交聯反應時間越久，形成的晶球像一顆彈力球，於是引發了我們進一步的好奇心，交聯反應時間越久，膜越厚，彈力越好嗎？跳得越高嗎？為了要驗證我們的想法，因此我們根據科展實驗的結果，固定海藻酸鈉濃度 2%與氯化鈣濃度 1%，只改變交聯反應時間，來進行晶球的彈跳高度與反應時間的關係圖比較。

二、研究目的

- (一) 找出最適合製作品球的海藻酸鈉與氯化鈣濃度比例
- (二) 海藻酸鈉與氯化鈣交聯反應時間形成膜之探討
- (三) 海藻酸鈉晶球彈跳高度與交聯反應形成膜時間之關係

三、研究方法

(一) 實驗設備與器材

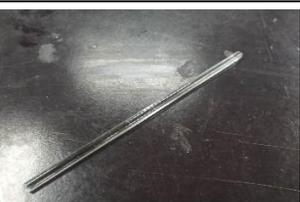
			
海藻酸鈉	氯化鈣	電子秤	色素
			
RO 水	湯勺	培養皿	滴管
			
玻棒	游標卡尺	酒精燈	三腳架

表 1：實驗器材

(二)研究過程



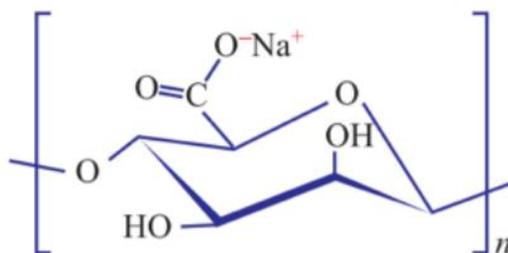
- 1.確定主題：延續上學期對海藻酸鈉的初步了解，先找出最適合製作海藻酸鈉晶球的濃度比例，對猜測什麼因素會影響到海藻酸鈉晶球彈跳的高度，確定這次實驗主軸。
- 2.查閱文獻：從網路和書籍中尋找資料，了解海藻酸鈉交聯反應。
- 3.討論變因：討論那些變因會影響海藻酸鈉晶球的彈跳高度。
- 4.設計實驗：調配合適濃度比例的海藻酸鈉溶液和氯化鈣溶夜。
- 5.進行實驗：實驗並記錄海藻酸鈉晶球的彈跳高度。

貳、正文

一、文獻探討

(一) 海藻酸鈉

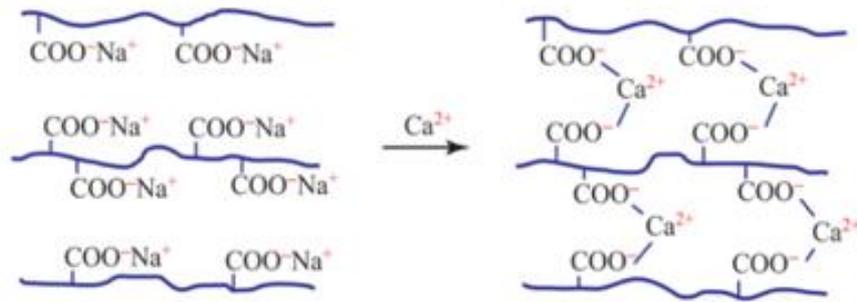
海藻酸鈉主要是萃取自褐藻如海帶，是細胞壁中的一種天然多醣體，海藻酸鈉其分子式是 $(C_6H_7O_6Na)$ 。海藻酸鈉因為具有濃縮溶液、形成凝膠和成膜的能力，所以用途廣泛，常常做為增稠劑、穩定劑等等。



圖一：海藻酸鈉分子結構圖

(二)交聯反應

當海藻酸鈉與氯化鈣溶液混合，氯化鈣溶液中的鈣離子 會取代海藻酸鈉的鈉離子並且與海藻酸鈉分子之間的羧基產生交聯反應，使分子間的聯結性變得更強，讓溶液的流動性降低而漸漸固化使之變成半透膜。



圖二：海藻酸鈉與鈣離子交聯反應示意圖

二、實驗方法

(一) 製作適合晶球膜的海藻酸鈉與氯化鈣溶液濃度比例

在之前的研究中，我們使用不同氯化鈣濃度，與海藻酸鈉不同濃度進行反應時，觀察薄膜收縮情形，只有濃度 1%氯化鈣溶液與濃度 2% 海藻酸鈉溶液反應時薄膜有均勻的收縮且形成的薄膜也較為清楚。因此我們認為濃度 1%氯化鈣溶液與濃度 2%海藻酸鈉溶液反應形成的薄膜最佳。並且以此比例做為我們後續實驗的固定濃度比。

(二) 海藻酸鈉與氯化鈣交聯反應時間形成膜之探討

為了方便觀察海藻酸鈉晶球膜的變化，我們將海藻酸鈉溶液加入色素，使之產生有顏色的晶球，在不同的交聯反應時間下，外層的膜會有不一樣的顏色、外觀等等改變。

(三) 海藻酸鈉晶球彈跳高度與交聯反應形成膜時間之關係

製作出黃、綠兩種顏色的海藻酸鈉晶球，每組反應時間共 10 顆晶球，觀

察海藻酸鈉晶球彈跳情形。

控制變因：氯化鈣溶液濃度 1%，海藻酸鈉溶液濃度 2%

操作變因：改變交聯反應時間（1 分鐘、5 分鐘、10 分鐘、20 分鐘、60 分鐘、1 天、2 天、4 天、5 天）

實驗步驟：

1. 取 1 公克海藻酸鈉倒入 49 毫升的 RO 水，攪拌使它均勻溶解，調配成 50 公克重量百分濃度 2% 的海藻酸鈉溶液。將 5 公克的海藻酸鈉溶液分成二杯，並分別加入黃色及綠色色素，以方便觀察。
2. 取 10 公克氯化鈣倒入 990 毫升的 RO 水，攪拌使它均勻溶解，調配成 1000 公克重量百分濃度 1% 的氯化鈣溶液。
3. 將 2% 的海藻酸鈉溶液倒入容量 4 毫升的小湯匙中，並垂直放入 1% 的氯化鈣溶液中 30 秒等待晶球膜成形，兩種顏色各重複五次，做出 10 顆海藻酸鈉晶球。
4. 改變不同的交聯反應時間，記錄晶球彈跳高度。



圖三：晶球彈跳高度測試裝置圖

三、實驗結果：

(一) 製作適合晶球膜的海藻酸鈉與氯化鈣溶液濃度比例

不同濃度海藻酸鈉、1%氯化鈣溶液

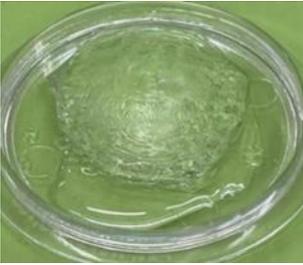
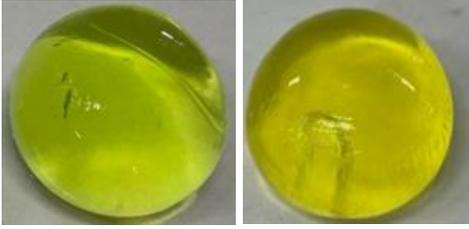
海藻酸鈉濃度	2%	1%
薄膜		
結果	收縮均勻，明顯成膜、邊界明顯	收縮不均勻、成膜不明顯、邊界明顯、且水多
海藻酸鈉濃度	0.7%	0.5%
薄膜		
結果	收縮不明顯、不成膜、水多成凝膠狀，半透明狀。	收縮均勻、半透明、明顯成膜、邊界明顯、水多，缺點薄膜過薄

表 2：海藻酸鈉薄膜收縮情形

(二) 海藻酸鈉與氯化鈣交聯反應時間形成膜之探討

浸泡時間	1 分鐘	5 分鐘
晶球膜		
結果	表面成均勻光滑的膜但有些許皺褶，裡面成凝膠，晶瑩剔透。	表面成均勻光滑的膜，裡面凝膠均勻，透光度好

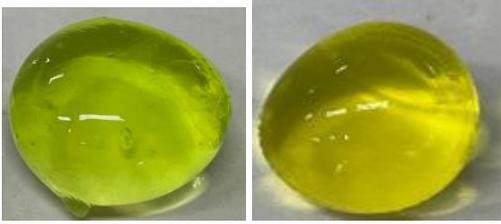
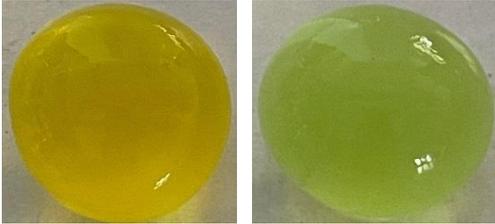
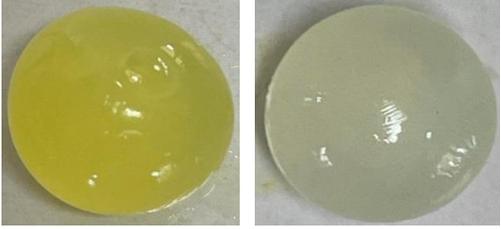
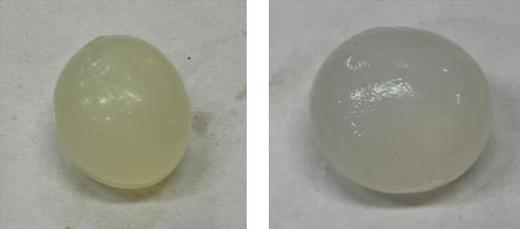
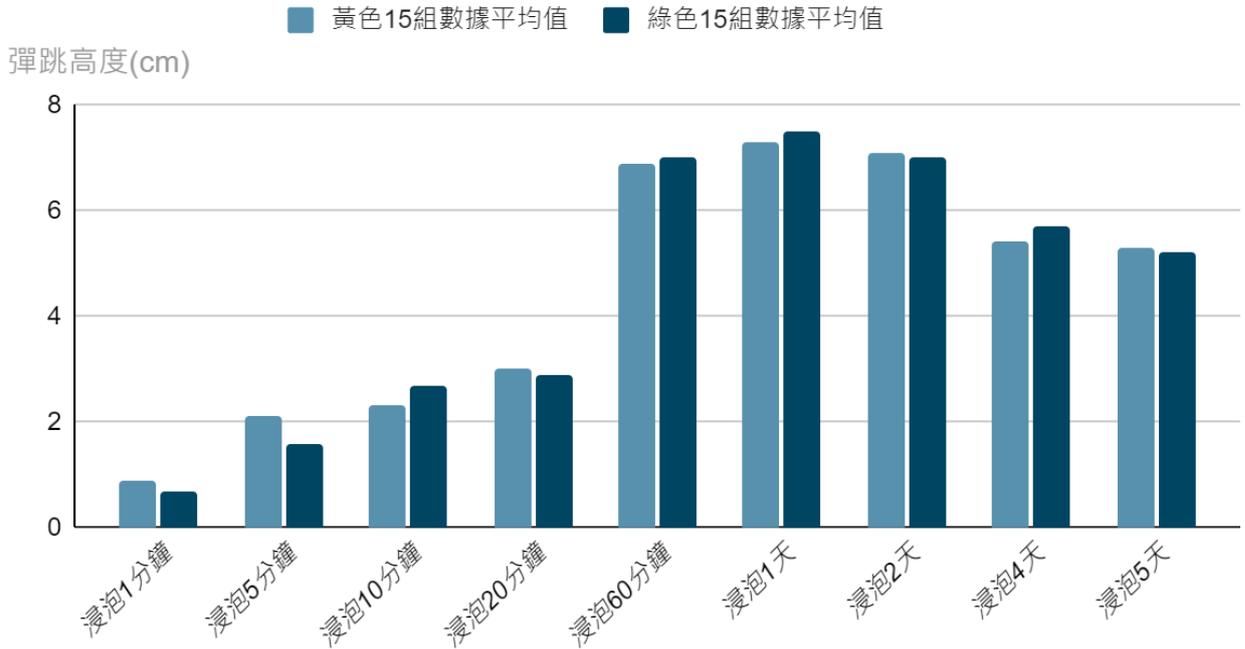
浸泡時間	10 分鐘	20 分鐘
晶球膜		
結果	表面成均勻光滑且較厚的膜，透光度佳	表面均勻但有少量皺褶，透光度中等
浸泡時間	60 分鐘	1 天
晶球膜		
結果	表面平滑且開始膠化，透光度略差。彈性佳	表面平滑，裡面幾乎膠化，透光度差，彈性佳
浸泡時間	2 天	5 天
晶球膜		
結果	裡面完全膠化，透光度差，彈性稍減	裡面完全膠化，彈性慢慢趨減

表 3：海藻酸鈉與氯化鈣交聯反應時間形成膜之探討

(三)海藻酸鈉晶球彈跳高度與交聯反應形成膜時間之關係

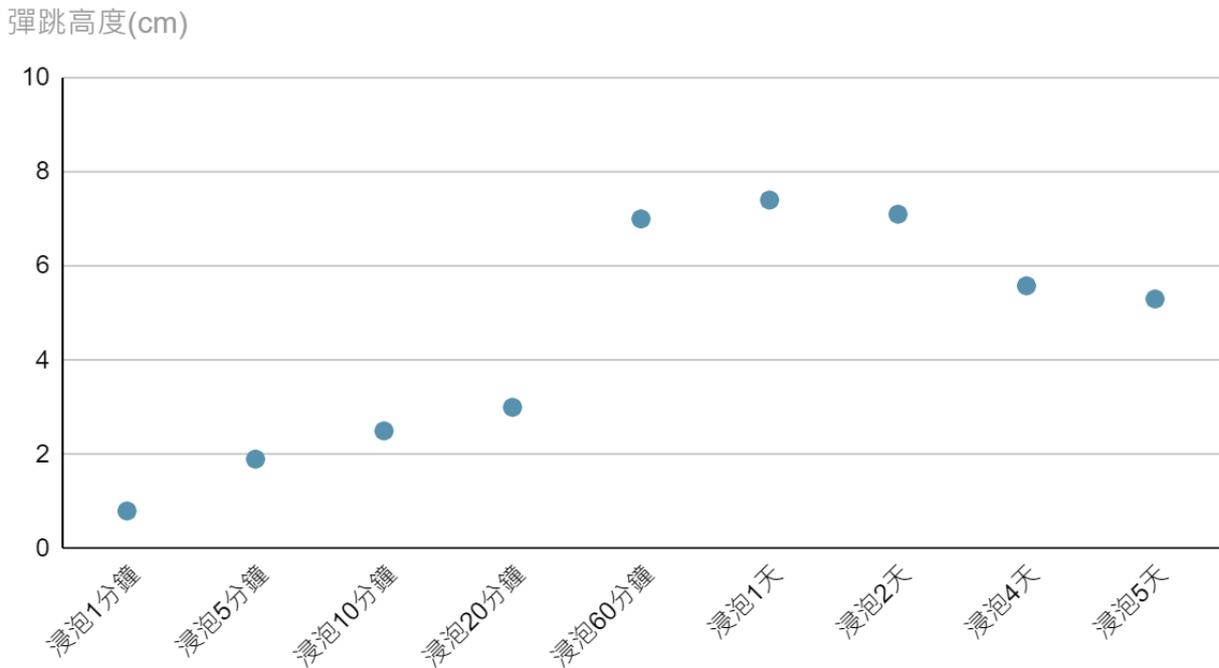
在以下兩張圖表中，我們可以發現到彈跳高度的數據變化呈現一個山形。

海藻酸鈉晶球彈跳高度平均值

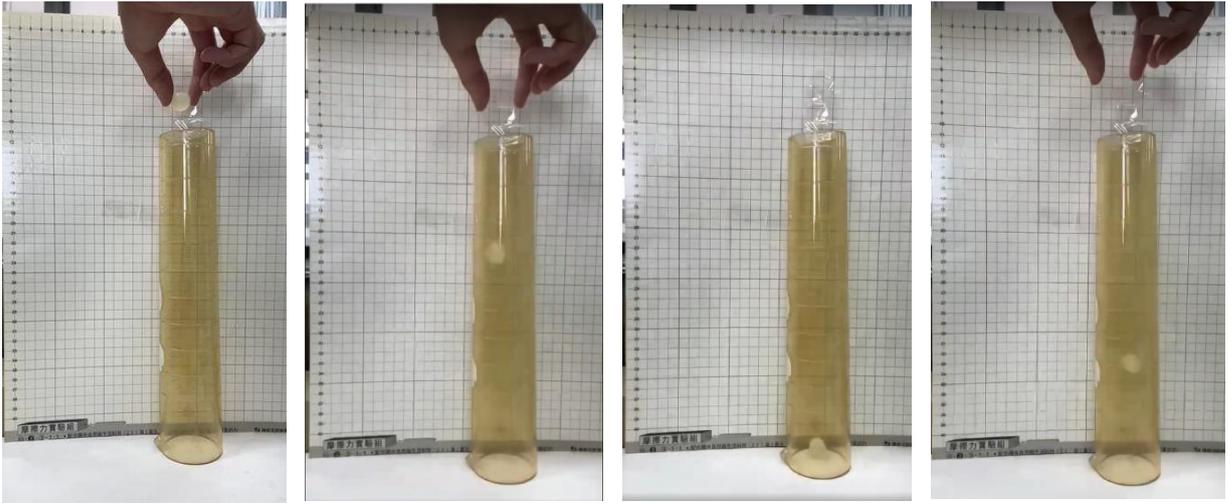


圖三：海藻酸鈉晶球彈跳高度總平均值

海藻酸鈉晶球彈跳高度總平均值分布圖



圖四：海藻酸鈉晶球彈跳高度總平均值分布圖



圖五：海藻酸鈉晶球彈跳高度慢動作攝影之截圖

參、結論

1. 在尋找出最適合製作晶球的海藻酸鈉與氯化鈣溶液比例時，我們發現濃度 2% 的海藻酸鈉溶液與 1% 濃度氯化鈣溶液形成的膜，是最完整且形狀最規則收縮的薄膜。
2. 在海藻酸鈉與氯化鈣交聯反應時間形成膜之探討中，我們發現到一開始得先將海藻酸鈉放置於氯化鈣溶液中 30 秒，讓晶球形成一個薄膜，不會讓海藻酸鈉溶液外漏。在繼續加長時間進行彈跳實驗。
3. 在海藻酸鈉與氯化鈣交聯反應時間形成膜之探討中，我們發現晶球放置在氯化鈣溶液中時間越久，裡面的色素會越來越淡，晶球膜也會越來越不透光。
4. 我們在海藻酸鈉與氯化鈣交聯反應時間形成膜之探討中觀察到，海藻酸鈉晶球放置於氯化鈣溶液中時間越久，大約在浸泡超過 30 分鐘以後，晶球內的海藻酸鈉溶液也會慢慢變膠狀，變成一層厚厚的膜，直到整顆晶球由外而內都變成膠狀，才會慢慢越收縮越小顆。
5. 在海藻酸鈉晶球彈跳高度與交聯反應形成膜時間之關係實驗中，我們發現交聯反應時間越久，形成的膜會越來越厚，也可以讓彈跳高度越來越高。到第二天的時候，晶球彈跳高度又慢慢下降了。
6. 最後我們發現晶球彈跳的高度最高點約落在浸泡 60 分鐘到一天左右，海藻酸鈉晶球的交聯反應不可以無限進行，交聯到一定程度後便會停止，再來晶球表面硬化，收縮越來越不規則，使得彈跳高度慢慢降低。

肆、參考資料及其他

1. 第 59 屆中小學科展 海藻酸鈉及澱粉混和薄膜的特性
<https://www.ntsec.edu.tw/Att.ashx?id=12214>
2. 科學遊戲實驗室 自製化學粉圓與麵條
<http://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-019.html>
3. 全國科學探究競賽 探究晶球化分子料理的形成因素
<https://sciexplore2021.colife.org.tw/uploadfiles/TM5ac5e0bbc4/TM5ac5e0bbc4.pdf>
4. 新竹市中小學科展 海藻酸鈉薄膜之探討及應用
<https://science.hc.edu.tw/fileUpload/winningEntries/110>
5. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 不「球」「滲」「解」
<https://student.hlc.edu.tw/action/file/563/20230905185916692.pdf>