

屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：環保洗潔球

關 鍵 詞：晶球、海藻酸鈉、乳酸鈣

編號： A3029

摘要

本實驗是運用海藻酸鈉與鈣離子的交聯反應作用，且能包覆多種物質的特性，進一步探討是否有可能與多種洗潔劑結合，以期做出適合攜帶方便、環保又有洗潔力的洗滌晶球，替代瓶瓶罐罐的洗潔劑。

壹、研究動機



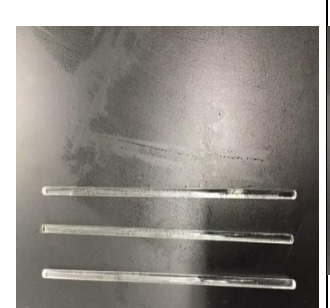

低年級時班上很多同學帶來晶瑩剔透的水精靈寶寶，五顏六色又滑溜溜的，看起來好好玩又漂亮。希望藉由我們小朋友喜歡水精靈模樣，將海藻酸鈉與乳酸鈣反應所得的晶球結合洗潔劑，做成洗手晶球、沐浴晶球、洗髮晶球、----等等。除了可減少外出時攜帶洗手乳、沐浴乳、洗髮精----等瓶瓶罐罐的不方便；亦可激起孩子喜歡洗手、盥洗的好習慣；近年來國人吹起休閒風，常有露營外宿需求，如果可以製成洗潔晶球，不只出門可減少攜帶瓶罐重量，還可因產品環保，減少對環境的衝擊。

貳、研究目的

- 一、探討海藻酸鈉晶球如何形成
- 二、實驗出海藻酸鈉與乳酸鈣、氯化鈣適合成晶球的濃度配置
- 三、探討海藻酸鈉是否能與清潔劑混和
- 四、找出洗潔劑與海藻酸鈉、乳酸鈣最適合成晶球的濃度配置
- 五、製作不同種類洗潔劑的洗潔晶球

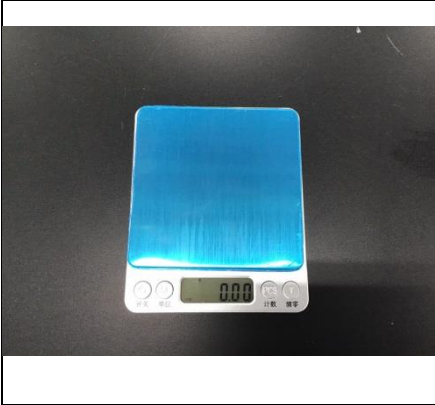

參、研究設備與器材

一、實驗器材

			
燒杯	量筒	玻棒	針筒

			
培養皿	藥匙	濾網	塑膠模型
			
湯匙	洗滌瓶	製冰盒	小量杯

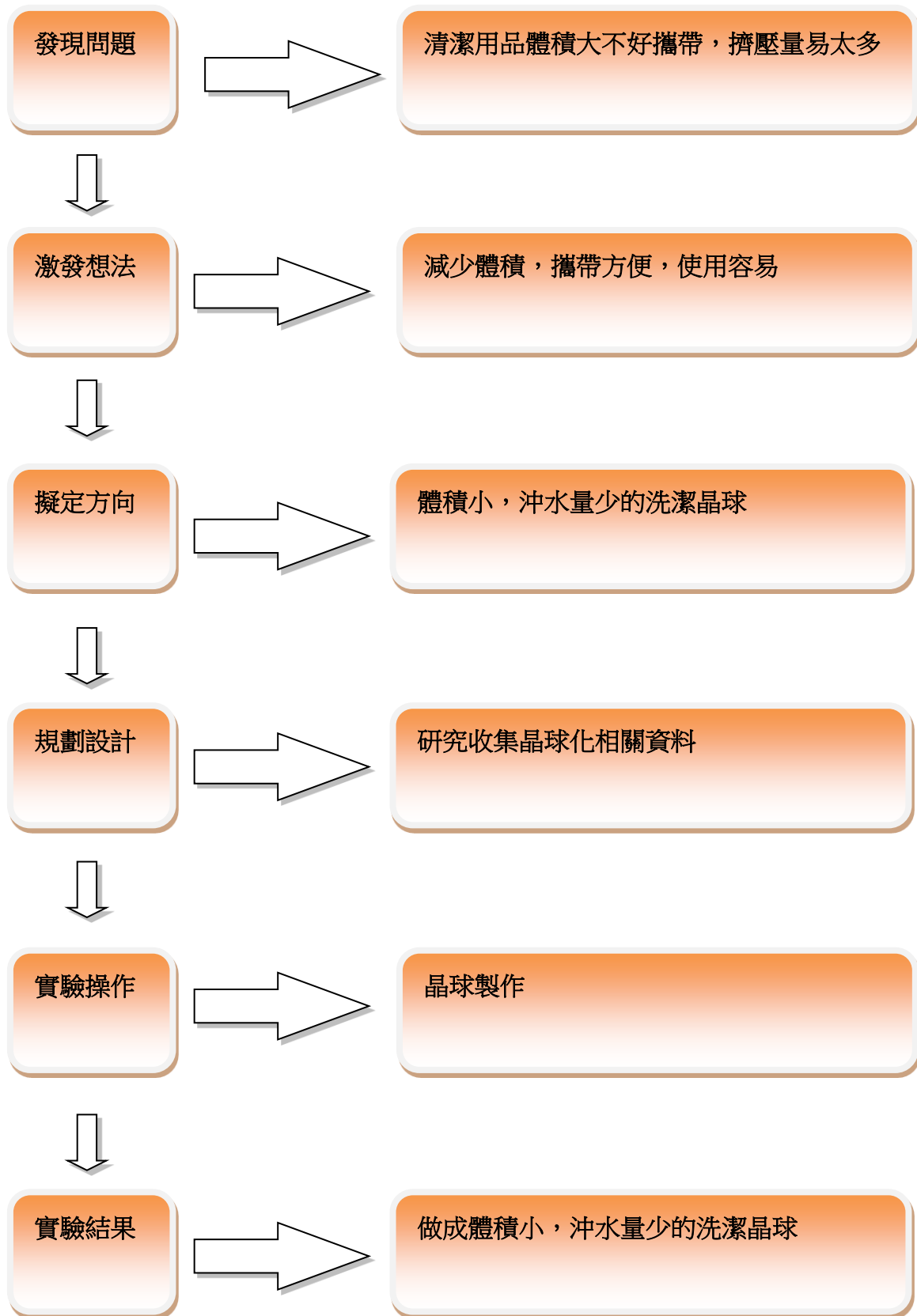
二、實驗儀器

	
電子天秤(準確值 0.01 克)	加熱攪拌器

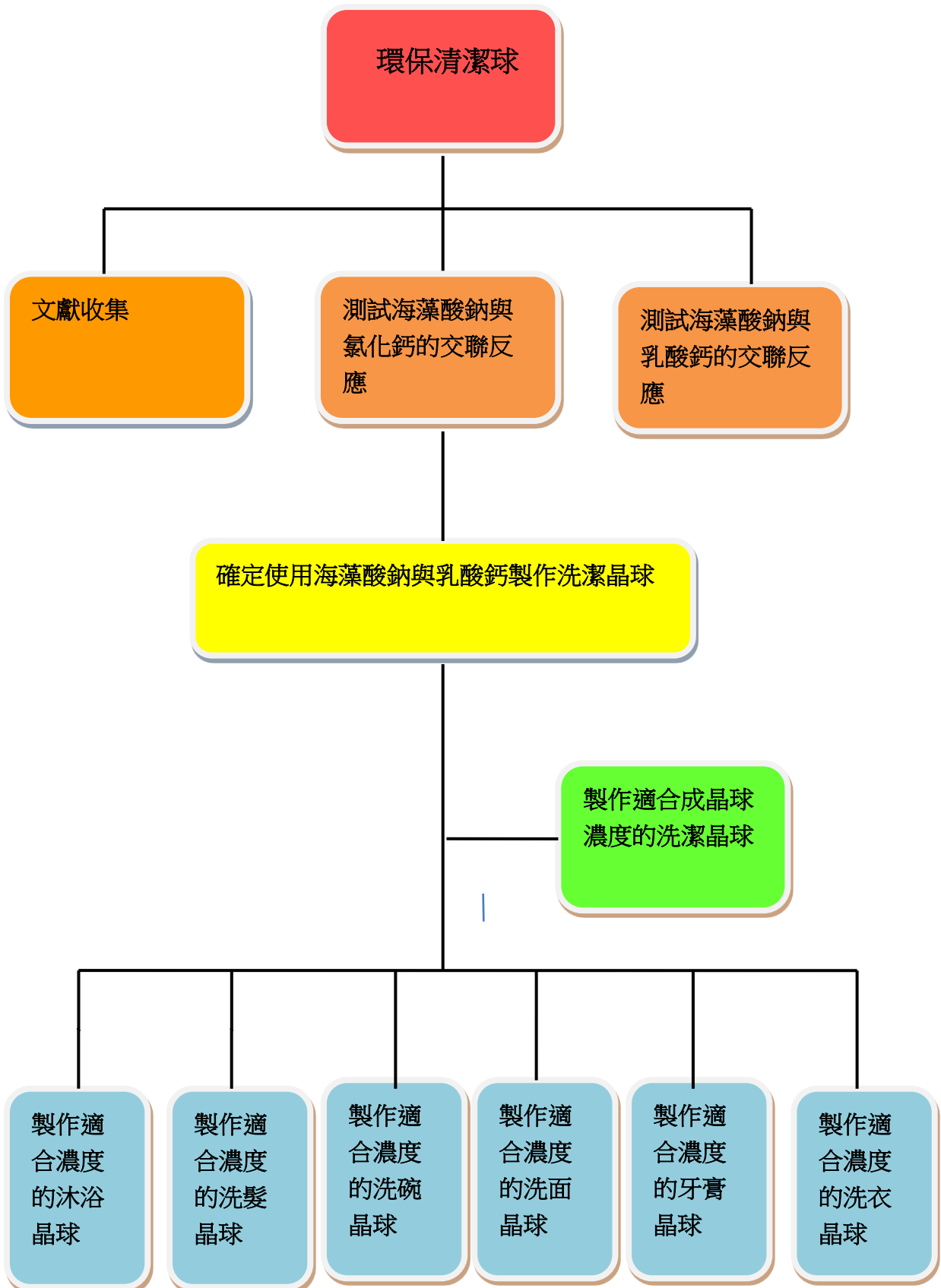
三、實驗藥品

		
<p>海藻酸鈉</p>	<p>乳酸鈣</p>	<p>氯化鈣</p>
		
<p>洗手乳</p>	<p>洗碗精</p>	<p>RO 水</p>
		
<p>洗衣精</p>	<p>沐浴乳</p>	<p>洗面乳</p>
		
<p>洗髮精</p>	<p>牙膏</p>	

肆、 研究流程



伍、研究架構



陸、研究過程

一、依據理論及原理

(一)交聯反應

海藻酸鈉水凝膠一般可以透過兩種方法來製備：化學方法與物理方法。化學方法主要透過海藻酸鈉主鏈上的醣醛酸單元的羥基(-OH)或羧基(-COOH)與其他交聯劑或其他聚合物的活性官能發生化學反應，製備出以共價鍵交聯為主、具有三維網絡結構的海藻酸鈉水凝膠；物理方法製備的海藻酸鈉水凝膠主要是通過非共價鍵，即靜電作用、氫鍵、凡德瓦力、親疏水作用等弱相互作用形成的。

其中使用二價陽離子的離子交聯法是最常見的，例如使用Ca²⁺，其會取代兩個海藻酸鈉中的鈉離子進行交聯作用(cross-linking)而構成網狀結構形成膠球或膠條。因為這成形的結構像半透膜一樣具有許多極小孔洞，所以水分子是可以進行選擇性慢慢擴散出來，而膠球/條外的鈣離子也會慢慢穿過半透膜滲入膠球/條裡，形成網狀結構，因而可包覆色料、水份。

(二)原料介紹

1.海藻酸鈉:海藻酸鈉又名褐藻酸鈉、海帶膠、褐藻膠、藻酸鹽，是由海帶中提取的天然多糖碳水化合物。廣泛應用於食品、醫藥、紡織、印染、造紙、日用化工等產品，作為增稠劑、乳化劑、穩定劑、粘合劑、上漿劑等使用。自八十年代以來，褐藻酸鈉在食品應用方面得到新的拓展。褐藻酸鈉不僅是一種安全的食品添加劑，而且可作為仿生食品或療效食品的基材，由於它實際上是一種天然纖維素，可減緩脂肪糖和膽鹽的吸收，具有降低血清膽固醇、血中甘油三酯和血糖的作用，可預防高血壓、糖尿病、肥胖症等現代病。它在腸道中能抑制有害金屬如鋁、鎘、鉛等在體內的積累，正是因為褐藻酸鈉這些重要作用，在國內外已日益被人們所重視。日本人把富含褐藻酸鈉的食品稱為「長壽食品」，美國人則稱其為「奇妙的食品添加劑」。

性質:海藻酸鈉分子式： $(C_6H_7O_6Na)_n$ 特性:白色或淡黃色不定形粉末，無臭、無味，易溶於水，不溶於酒精等有產品特點：本產品是從海帶中提取的天然多糖化合物，它與普通型海藻酸鈉的區別在於，粘度非常低，1 %溶液的黏度與水接近，其分子量極低，屬低分子化合物，因而具有特殊的醫療保健作用。(參考:A+ 醫學百科 <http://cht.a-hospital.com/w/>)

2.乳酸鈣:分子結構簡式為 $[CH_3CH(OH)COO]_2Ca \cdot 5H_2O$ 。外觀的呈現白色顆粒或粉末。易溶於水，但不溶於酒精。無臭，無味，具有溶解度高、溶解速度快，生物利用率高。廣泛應用於乳製品、飲料、營養保健品等領域。常作為強化劑它與其他鈣類容易被吸收，也作為藥物使用，可防治缺鈣症。

3.氯化鈣: 化學式為 $CaCl_2$ 外觀呈現不規則顆粒狀、粉末狀，白色或灰白色。無毒、無臭、味微苦。吸濕性極強，暴露於空氣中極易潮解。當溶於水中時會放出大量的熱，其水溶液呈微鹼性。目前可分為：工業級氯化鈣和食品級氯化鈣。

(三)海藻酸鈉晶球的製作方式:

將海藻酸鈉溶液加入氯化鈣、乳酸鈣或部分含鈣離子溶液中會產生交聯作用，形成晶球狀交聯物，而製作晶球工具的選用與設計，會決定晶球的形狀、大小、重量、膜厚度、耐壓度…等。

二、實驗

(一)實驗一 海藻酸鈉與氯化鈣的交聯反應

1. 實驗步驟

(1)製作海藻酸鈉溶液

方式：分別將粉狀海藻酸鈉0.5g、1.0g、1.5g、2.0g、2.5g、3.0g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(2)製作氯化鈣溶液

方式：分別將0.5g、1.0g、2.0g、3.0g的氯化鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3)製作成晶球

方式：分別將不同濃度的海藻酸鈉溶液裝在針筒中，直接擠壓滴入氯化鈣水溶液中。

2. 實驗結果：

表一 海藻酸鈉與氯化鈣溶液交聯反應結果表

氯化鈣 海藻酸鈉	0.5g	1.0g	2.0g	3.0g
0.5g	1	2	3	5
1.0g	2	3	4	5
1.5g	2	3	3	5
2.0g	2	4	5	4
2.5g	2	4	4	5
3.0g	2	3	4	5

1.太軟 2.偏軟 3.適中 4.偏硬 5.太硬

(二)實驗二 海藻酸鈉與乳酸鈣的交聯反應

1. 實驗步驟

(1)製作海藻酸鈉溶液

方式：分別將粉狀海藻酸鈉0.5g、1.0g、1.5g、2.0g、2.5g、3.0 g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(2)製作乳酸鈣溶液

方式：分別將0.5g、1.0g、2.0g、3.0g的乳酸鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3)製作成晶球

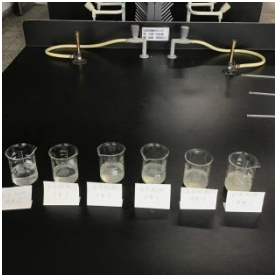

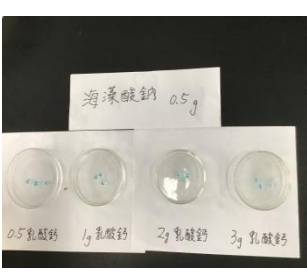
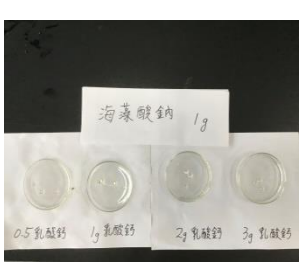
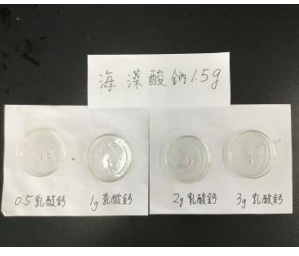
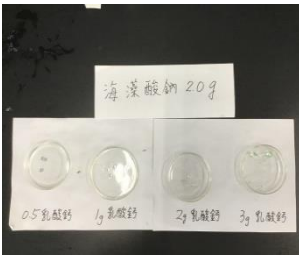
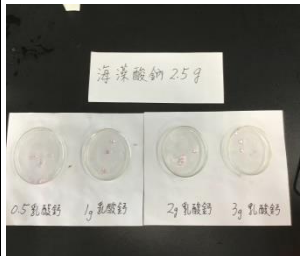
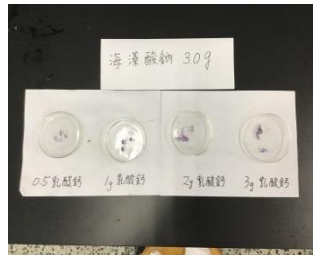
方式：分別將不同濃度的海藻酸鈉溶液裝在針筒中，直接擠壓滴入乳酸鈣水溶液中。

2. 實驗結果：

表二 海藻酸鈉與乳酸鈣溶液交聯反應結果表

海藻酸鈉 \ 乳酸鈣	0.5g	1.0g	2.0g	3.0g
0.5g	1	2	3	4
1.0g	2	3	4	4
1.5g	2	3	3	4
2.0g	1	3	4	4
2.5g	2	3	3	5
3.0g	2	2	3	5

1. 太軟 2. 偏軟 3. 適中 4. 偏硬 5. 太硬

			
配置不同濃度海藻酸鈉	與不同濃度乳酸鈣作 用	濃度 0.5g/100g 海藻酸鈉水溶液與 不同濃度乳酸鈣反應	濃度 1.0g/100g 海藻酸鈉水溶液與 不同濃度乳酸鈣反應
			
濃度 1.5g/100g 海藻酸鈉水溶液與 不同濃度乳酸鈣反應	濃度 2.0g/100g 海藻酸鈉水溶液與 不同濃度乳酸鈣反應	濃度 2.5g/100g 海藻酸鈉水溶液與 不同濃度乳酸鈣反應	濃度 3.0g/100g 海藻酸鈉水溶液與 不同濃度乳酸鈣反應

3. 發現與討論：

- (1) 海藻酸鈉溶液配置以熱水較易溶解，若是以冷水調配則不易溶解，易有塊狀物，需用玻棒攪拌二十分鐘以上。
- (2) 海藻酸鈉克數越高越難溶解，常形成塊狀物。
- (3) 海藻酸鈉溶液與氯化鈣溶液交聯反應後所形成的晶球，與乳酸鈣交聯反應所成的晶球，前者晶球的膜稍嫌硬，在搓破後，厚膜不易溶解，可能形成另一種環境汙染問題。
- (4) 海藻酸鈉和氯化鈣交聯作用後會形成球狀，使用針筒時製作的球體較小，若要製作較大的球體，要使用湯匙和篩網或用其他模型器具。
- (5) 0.5 克的氯化鈣與乳酸鈣當溶質時，所配置的溶液與海藻酸鈉容易交聯時，所產出的晶球外膜偏軟不易成形。

(6)因為洗潔球均是與人體接觸的洗劑，而乳酸鈣乃可當作食品添加劑，比起氯化鈣似乎更適合接觸人體，加上考慮膜厚問題，我們決定以**乳酸鈣當成製作洗潔球中的原料之一**。

(三)實驗三:製作適合濃度的洗手晶球

1. 實驗步驟

(1)製作海藻酸鈉溶液

方式：分別將粉狀海藻酸鈉2.5g、3.0 g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

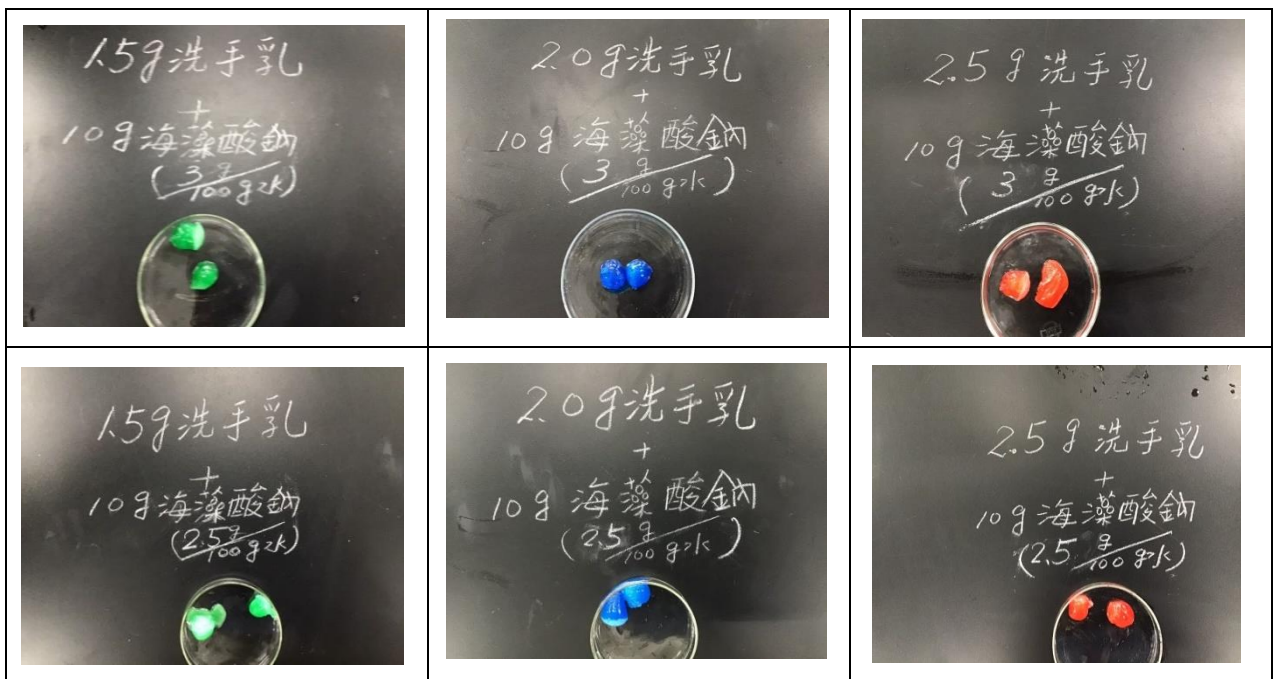
(2)製作乳酸鈣溶液

方式：將2.0g的乳酸鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3)製作洗手晶球

- ①各取2g的洗手乳分別與10g的2.5%、3.0%海藻酸鈉充分攪拌混合。
- ②將步驟①的混合溶液舀一些放入圓形模型內。
- ③再放入2.0%乳酸鈣水溶液製模型內裡靜置成形。
- ④將大約成形的球狀晶體放入湯匙浸入乳酸鈣水溶液中再定型。

2. 實驗結果



* 乳酸鈣濃度為 2g/100g 水溶液

3. 實驗發現與討論：

- (1)膜厚討論:因本實驗著重在洗潔球製作，故若能在洗滌過程減少殘留的晶球薄膜，較能帶給使用者方便與舒適，所以晶球薄膜的厚薄及觸感，則在本實驗中被要求不可太硬太厚，但若太薄或太軟則不易形成晶球，將無法包覆適量的洗滌劑，最後選擇觸感及厚薄度較適中的溶液配置，即選擇 2.5%濃度海藻酸鈉水溶液和 2% 濃度乳酸鈣水溶液，為下次實驗的溶液配置。
- (2)洗潔劑的濃稠與否也影響了與海藻酸鈉及乳酸鈣的交聯反應，原以為較濃的洗潔劑可製作較高清潔力的洗潔球，但發現較不濃稠的洗潔劑加入配置的溶液中，反而較可形成洗潔球，最後選擇以 2g 洗劑與 10g 海藻酸鈉溶劑配置為下次實驗參

考。




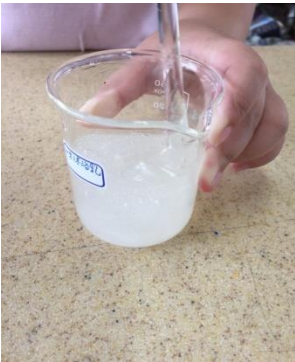
(3)形狀討論:因要製作適當的洗潔球，針筒所製作的晶球太小，無法包覆適量的洗滌劑，故選擇適度大小的模型盒或湯匙。但要製造出球狀體，就稍有困難，因交聯後反應會因浸泡時間愈長則產生較原模型較小的晶球體，往往不如預期的模型漂亮，也無法每次都得到完整的球形體。

(4)為容易比較出不同濃度製成的洗潔球，我們加入適量的食用色素於洗劑中混合，但在試洗過程卻發現，手上也染上沒有預期的染料顏色，增加洗滌困難，影響我們判斷洗潔力的效果。

(四)實驗四:製作適合濃度的洗潔晶球

四-一製作適合濃度的沐浴晶球

1. 實驗步驟

			
調製海藻酸鈉溶液	調製乳酸鈣溶液	海藻酸鈉與沐浴乳混合	均勻攪拌混合液

(1)製作海藻酸鈉溶液

方式：將粉狀海藻酸鈉2.5g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(2)製作乳酸鈣溶液

方式：將2.0g的乳酸鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3)製作沐浴晶球

①取10.0g的沐浴乳與50g的2.5%海藻酸鈉充分攪拌混合。

②將步驟①的混合溶液舀10ml、15ml放入圓形小量杯內。


③將2.0%乳酸鈣水溶液10ml輕輕倒入②中的小量杯搖晃至成圓球狀(約3~5分鐘)。

④將步驟①的混合溶液舀10ml輕輕倒入製冰盒搖晃至成圓球狀(約3~5分鐘)

⑤將步驟①的混合溶液舀10ml輕輕倒入製冰盒靜置20分鐘。

⑥將乳酸鈣溶液舀10ml倒入製冰盒，再輕輕倒入海藻酸鈉溶液。

2. 實驗結果

			
沐浴晶球	洗淨前	洗淨中	洗淨後

3. 實驗發現與討論：

- (1) 將適量海藻酸鈉溶液置於圓形小量杯，再加入少量乳酸鈣溶液，順時鐘搖晃，形成晶球狀效果最好。
- (2) 搖晃製冰盒，雖也能形成晶球狀，但不夠圓，且操作不方便。
- (3) 將適量海藻酸鈉溶液倒入製冰盒，再加入少量乳酸鈣溶液，靜置超過二十分鐘，發現只有上表面可形成薄膜，而製冰盒底的溶液較難接觸到乳酸鈣溶液，故無法形成薄膜。
- (4) 反向操作：如果製冰盒內先注入乳酸鈣溶液，再慢慢倒入海藻酸鈉溶液，則發現外觀成條狀物，不能形成晶球狀。
- (5) 上下夾層：製冰盒先加入少量乳酸鈣溶液，再注入海藻酸鈉溶液，接著注入乳酸鈣溶液靜置，經過十分鐘，可以成形，外面可結成薄膜接近圓球狀。
- (6) 製成的沐浴晶球，與原來沐浴乳比較，發現具有潔淨力、泡沫較少，容易以水清洗。

			
搖晃成圓球	靜置無法成球形	上下有乳酸鈣靜置可成形	反向倒入成條狀
			

搖晃量杯	搖晃製冰盒	靜置	反向操作
------	-------	----	------

※我們決定接下來的實驗先以適量海藻酸鈉溶液置入小量杯，再加入乳酸鈣溶液，順時鐘搖晃5分鐘為實驗步驟，來製作洗潔晶球。

四-二製作適合濃度的洗髮晶球

1. 實驗步驟

(1)製作海藻酸鈉溶液

方式：將粉狀海藻酸鈉2.5g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

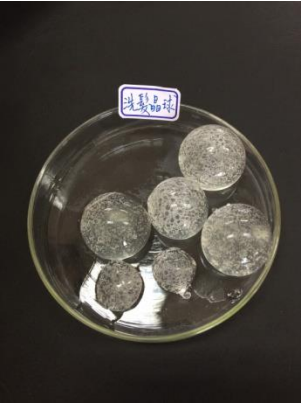



(2)製作乳酸鈣溶液

方式：將2.0g的乳酸鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3)製作洗髮晶球

- ①各取10g的洗髮乳與50g的2.5%海藻酸鈉充分攪拌混合。
- ②將步驟(1)的混合溶液舀10ml、15ml放入圓形小漱口杯內。
- ③將2.0%乳酸鈣水溶液10ml輕輕倒入2中的小量杯搖晃至成圓球狀。

2. 實驗結果

			
洗髮晶球	洗淨前	洗淨中	洗淨後

3. 實驗發現與討論：

- (1)能做成晶球，且完整。
- (2)試洗效果泡密多，有清潔力。
- (3)晶球較大者，薄膜較厚。

四-三製作適合濃度的洗碗晶球

1. 實驗步驟

(1)製作海藻酸鈉溶液

方式：將粉狀海藻酸鈉2.5g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(2)製作乳酸鈣溶液

方式：將2.0g的乳酸鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3)製作洗碗晶球

- ①各取10g的洗碗精與50g的2.5%海藻酸鈉充分攪拌混合。
- ②將步驟(1)的混合溶液舀10ml、15ml放入圓形小量杯杯內。

③將2.0%乳酸鈣水溶液10ml輕輕倒入2中的漱口杯搖晃至成圓球狀。

2. 實驗結果

			
洗碗晶球	洗淨前	洗淨中	洗淨後

4. 實驗發現與討論：

- (1)晶球完整，且泡沫多。
- (2)洗潔效果佳，容易沖洗。
- (3) 若一次用量少，還可多次使用。

四-四製作適合濃度的洗面晶球

1. 實驗步驟

(1)製作海藻酸鈉溶液

方式：將粉狀海藻酸鈉2.5g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。





(2)製作乳酸鈣溶液

方式：將2.0g的乳酸鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3)製作洗面晶球

- ①取10g的洗面乳與50g的2.5%海藻酸鈉充分攪拌混合。
- ② 將步驟(1)的混合溶液舀10ml放入圓形小量杯內。
- ③將2.0%乳酸鈣水溶液10ml輕輕倒入②中的小量杯搖晃至成圓球狀。

2. 實驗結果

			
洗面晶球	洗淨前	洗淨中	洗淨後

3. 實驗發現與討論：

- (1) 成晶球時容易破裂，洗劑流出。
- (2) 經超過20分鐘靜置於乳酸鈣溶液中，晶球薄膜可修復，較堅韌不易破。
- (3) 泡沫少，易沖洗。

四-五製作適合濃度的牙膏晶球

1. 實驗步驟

(1) 製作海藻酸鈉溶液

方式：將粉狀海藻酸鈉2.5g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

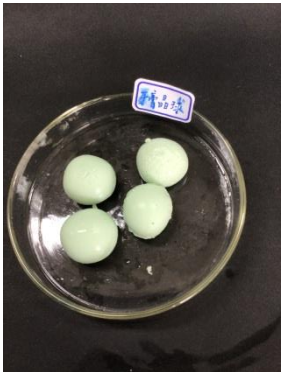
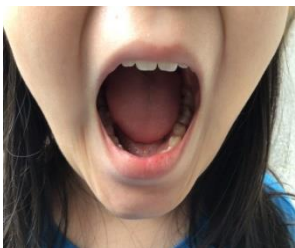


(2) 製作乳酸鈣溶液

方式：將2.0g的乳酸鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3) 製作牙膏晶球

- ① 各取10g的牙膏與50g的2.5%海藻酸鈉充分攪拌混合。
- ② 將步驟(1)的混合溶液舀10ml放入圓形小量杯內。
- ③ 將2.0%乳酸鈣水溶液10ml輕輕倒入2中的小量杯搖晃至成圓球狀。

2. 實驗結果

			
牙膏晶球	洗淨前	洗淨中	洗淨後

3. 實驗發現與討論：

- ①能形成晶球，但容易破損。
- ② 經過20分鐘浸泡在乳酸鈣溶液中，晶球體會較無破損。
- ③有洗牙效果，也有泡沫，但流出的膏狀物，讓使用者不習慣。

四-六製作適合濃度的洗衣晶球

1. 實驗步驟

(1)製作海藻酸鈉溶液

方式：將粉狀海藻酸鈉2.5g加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

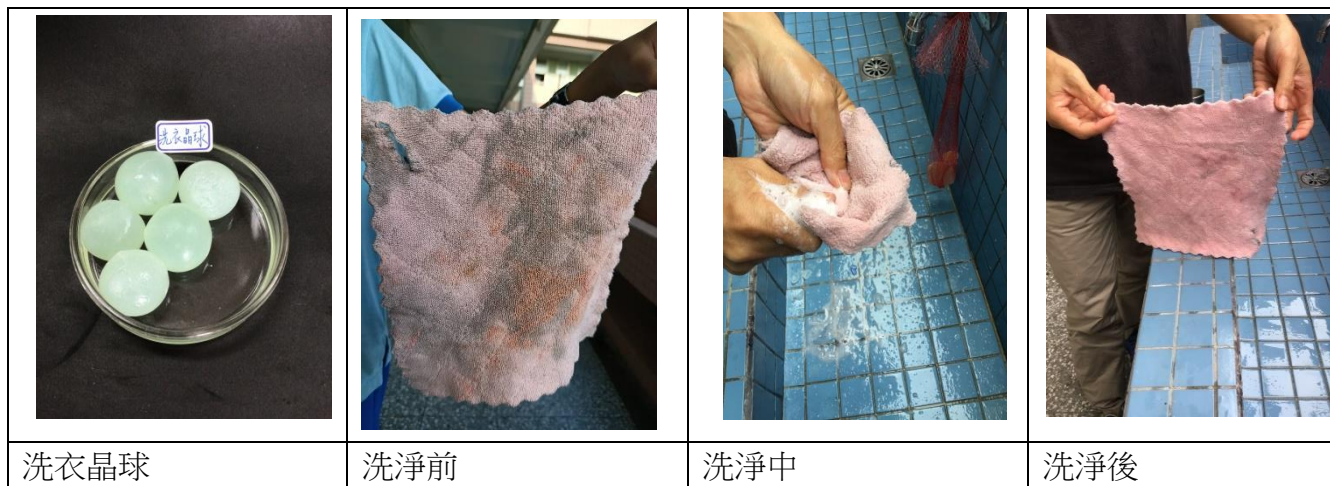
(2)製作乳酸鈣溶液

方式：將2.0g的乳酸鈣加水製成100g的水溶液，攪拌至完全溶解。

(3)製作洗衣晶球

- ①取10g的洗衣精與50g的2.5%海藻酸鈉充分攪拌混合。
- ②將步驟(1)的混合溶液舀10ml放入圓形小量杯內。
- ③將2.0%乳酸鈣水溶液10ml輕輕倒入2中的小量杯搖晃至成圓球狀。

2. 實驗結果



3. 實驗發現與討論：

- ① 能形成完整晶球。
- ② 洗潔效果佳，洗時能產生泡沫。
- ③ 用力搓揉後，薄膜可分解成較小碎片



柒、綜合討論

一、原料討論:

(1) 海藻酸鈉:

- ①從資料中得知此原料是由海帶中提取的天然多糖碳水化合物。廣泛應用於食品、醫藥、紡織、印染、造紙、日用化工等產品，也可以作為增稠劑、乳化劑、穩定

劑、粘合劑、上漿劑等使用，所以我們選用此原料作為實驗的主材料。

② 海藻酸鈉不易溶於常溫水，在高溫中較常溫易溶解，但經過攪拌還然仍不易溶解時，可以用湯匙加壓配合輾壓的動作，加速溶解。

(2) 乳酸鈣:

白色顆粒或粉末狀，無臭無味，易溶於熱水，具有溶解度高、溶解速度快、生物利用率高、口感好，廣泛應用於乳製品、飲料、營養保健品等領域。常作為強化劑它與其他鈣類容易被吸收。

(3) 氯化鈣: 雖為無毒、無臭的白色粉末。但吸濕性極強，暴露於空氣中極易潮解為其缺點，且當溶於水中時會放出大量的熱，又其水溶液呈微鹼性，目前分為工業級氯化鈣和食品級氯化鈣。

而本實驗將設計為接觸人體的洗潔晶球，故選擇較安全的**乳酸鈣**為實驗原料。

二、洗劑討論:

考慮若外出旅行或露營時，最常使用的洗潔劑，多數為塑膠瓶罐裝，為減少攜帶的瓶瓶罐罐，我們選擇生活中常見的洗劑及個人清潔用品，作為此次製作洗潔晶球的洗潔劑:如洗手乳、沐浴乳、洗髮精、洗面乳、洗衣精、洗碗精、牙膏等。

三、實驗工具: 因為想做成像「水晶寶寶」的滑溜模樣，我們一開始就想盡辦法做成圓球形

(1)針筒:針筒滴下海藻酸鈉溶液至乳酸鈣溶液，的確可成像粉圓般的圓球狀，但要做成可洗髮或洗衣晶球等，則顯得太小，包覆的洗劑量會太少。

(2)果凍模型:我們試著以吃過的果凍塑膠外盒裝入海藻酸鈉，雖然球狀體有較大，但仍沒有達到我們要的晶球體，成品不是不夠圓，就是容易因模型盒變形，每次形狀都不固定。

(3)小量杯:這是我們在學校執行每週一次漱口水用的小量杯，原本考慮它有明顯刻度好測容量，但卻在操作過程中，意外發現已放入海藻酸鈉的小量杯，再加入適量的乳酸鈣，順時鐘懸盪之後，居然可懸出我們要的晶球體，且可標準化它的大小。

四、實驗方法:

(1)搖晃懸盪:將 2.5g/100g 濃度海藻酸鈉溶液，結合一定比例洗潔劑後，輕輕倒入小量杯，再倒入適量的乳酸鈣溶液順時鐘旋轉 3 分鐘定型，之後可倒入盛有乳酸鈣溶液的燒杯中靜置 10 分鐘，可得到漂亮的晶球體。

(2)靜置:若將海藻酸鈉倒入製冰盒不動，再加入乳酸鈣溶液不易呈球型。

(3)反向操作:若盒中先裝好乳酸鈣溶液，再將海藻酸鈉溶液倒入，則亦成條狀或不規則狀。

五、交聯反應時間:在不同種類的洗劑中，我們發現每種洗劑的交聯反應會因為洗劑本身的濃度，而影響成晶球體的時間，濃度較低需要的時間較長，濃度較高需要的時間較短。

六、薄膜厚度:

(1)交聯反應時間:較長時間形成的厚度較厚，反之交聯反應時間不足，薄膜較薄且容易破損。

(2)海藻酸鈉比例:海藻酸鈉比例過高時，如與洗潔劑比例為 50:1 時，晶球雖可形成，

但經超過一天靜置，幾乎整顆都是海藻酸鈉的膠體。

捌、結論

- 一、海藻酸鈉的確可和許多含鈣溶液反應形成晶球，本實驗中除了可和氯化鈣溶液交聯成球體，亦可和乳酸鈣溶液交聯成功。
- 二、海藻酸鈉溶液濃度: 因本實驗著重在洗潔球製作，所以晶球薄膜的厚薄及觸感，被要求不可太硬太厚影響舒適度及觸感，但若太薄或太軟則不易形成晶球，將無法包覆適量的洗滌劑，最後選擇觸感及厚薄度較適中的溶液配置，即選擇 2.5%濃度海藻酸鈉水溶液和 2%濃度乳酸鈣水溶液，為本實驗的溶液配置。
- 三、本實驗選擇何種溶液交聯反應?
選擇乳酸鈣與海藻酸鈉反應，因乳酸鈣是白色顆粒或粉末狀，除了無臭無味，易溶於熱水，具有溶解度高、溶解速度快、生物利用率高、口感好，廣泛應用於乳製品、飲料、營養保健品等領域。還常作為強化劑它與其他鈣類容易被吸收。而本實驗將設計為接觸人體的洗潔晶球，故選擇較安全的乳酸鈣為實驗原料。
- 四、海藻酸鈉可否與清潔劑結合?
經過實驗，日常使用的洗潔劑，如洗手乳、沐浴乳、洗髮精、洗面乳、洗衣精、洗碗精、牙膏…等洗潔劑，均能與海藻酸鈉結合製作成洗潔晶球。
- 五、比例問題: 實驗發現海藻酸鈉及乳酸鈣的交聯反應，較濃稠比例的洗潔劑反而不容易製成洗潔球，反之較不濃稠的洗潔劑加入配置的溶液中，反而較容易形成洗潔球。但當海藻酸鈉比例過高時，相對亦不適合做成洗潔球，可能雖呈球狀體，但卻失去潔淨力，無法起泡，最後選擇以 2g 洗劑與 10g 海藻酸鈉溶劑配置為本次實驗配置比例即洗劑:海藻酸鈉=1:5。
- 六、小量杯製成晶球法: 選擇以 2.5g/100g 濃度海藻酸鈉溶液，結合一定比例洗潔劑後，輕輕倒入小量杯，再倒入適量的乳酸鈣溶液順時鐘旋轉 5 分鐘定型，之後可倒入盛有乳酸鈣溶液的燒杯中靜置 10 分鐘，可得到漂亮的晶球體。

玖、參考資料

- 一、國小綜合活動第七冊，第三單元我家的大小事，翰林出版社。
- 二、張睿哲、蔡宗諺、陳佺恩(2018)大吃一「晶」—探討藥物分子料理鐵劑晶球的緩釋作用現象，中華民國第五十八屆中小學科學展覽會。
- 三、伍亭蓉、黃子恒、葉小嘉、陳苡亘(2018)鈣多晶球，中華民國第五十八屆中小學科學展覽會。
- 四、盧禹安、王定康(2020) 好膜成雙-幾丁聚醣複合保鮮膜製作之探討，中華民國第六十屆中小學科學展覽會。
- 六、吳佳蓉、陳彥劭、吳郁婷(2016)目不轉「晶」—探討海藻酸鈉薄膜的形成與其相關應用，中華民國第五十六屆中小學科學展覽會。
- 七、吳珈彤、侯雅晴、王子芸(2018)這“膜”厲害~探討海藻酸鈉水球保存及包覆的種種

特性，中華民國第五十八屆中小學科學展覽會。

八、曹家菱、陳彥文(2018)鹹「魚」翻身，「海」好沒「塑」~以廢棄魚骨與海藻酸鈉製成生物塑膠之探討，中華民國第五十八屆中小學科學展覽會。

九、李羿昌、鄭佳昀(2019)「混」是「膜」王—探討海藻酸鈉及澱粉混和薄膜的特性，中華民國第五十九八屆中小學科學展覽會。