

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： 晶球「粒」險記
一、摘要 海藻酸鈉液體滴入含鈣離子溶液時，會因為鈣離子取代鈉離子而發生交聯作用，進而固化形成晶球，科展內容主要在研究影響晶球固化的因素，實驗分成四部份進行，分別探討不同鈣離子來源、不同乳酸鈣溶液溫度、不同添加物以及鈣離子含量高低對晶球膜厚的影響。
二、探究題目與動機 日本食玩裡常會見到一些神奇的「食材」。用滴管逐滴滴入液體中，它就會隨之變成一顆顆小巧圓潤的球體，除了形成方式特別，它的口感更是獨特，外層是有硬度的，但是輕輕壓會發現它具有彈性，隨著牙齒慢慢咬下去，晶球的外層會在瞬間破裂，清涼似果凍的物質就隨之在舌尖炸開，這新奇特別的口感，滿足了我們的味蕾。這引起我們極大的興趣，為什麼本是液體的物質滴入另一溶液中會變成球形呢？而那多層次的口感又從何而來呢？
三、探究目的與假設 目的：測試海藻酸鈉晶球在不同的鈣離子水溶液中的膜厚度，並進一步改變鈣離子水溶液的溫度探討溫度會不會對結果造成影響。 假設一：不同的鈣離子水溶液，膜的厚度不一樣 假設二：溫度越高膜越厚 假設三：不同添加物，晶球膜厚度不一樣 假設四：鈣離子濃度越濃，膜的厚度越厚
四、探究方法與驗證步驟 (一) 研究設備與器材 實驗一：探討不同鈣離子來源對晶球膜厚度的影響 乳酸鈣 (每份 7 克)、乙酸鈣 (每份 7 克)、氫氧化鈣 (每份 7 克)、氯化鈣 (每份 7 克)、玻璃棒 1 根、色素 1 瓶 實驗二：探討不同溫度對晶球膜厚度的影響 乳酸鈣 (每份 7 克)、色素一瓶、溫度計1支、酒精燈加熱裝置1組 實驗三：探討酸鹼對晶球膜厚度的影響 乳酸鈣 (每份 7 克)、小蘇打粉 (每份 50 克)、白醋 (每份 50 毫升)、溫度計 1 支、量筒 1 個 實驗四：探討添加不同克數的乳酸鈣多寡對晶球膜厚度的影響 乳酸鈣 (若干克)

(二) 研究方法

實驗一 探討不同鈣離子來源對晶球膜厚度的影響 (單位: mm)

操作變因: 改變不同含鈣物質 (乳酸鈣、氯化鈣、乙酸鈣、氫氧化鈣)

海藻酸鈉配方:

1. 取 2 克的海藻酸鈉加 100 mL 的水
2. 攪拌直至海藻酸鈉溶解整杯溶液呈現黏稠狀
3. 加入色素以方便觀察

鈣離子水溶液配方:

1. 取 7 克含鈣物質加入 1000 mL 的水
2. 充分攪拌至固體溶解

實驗步驟:

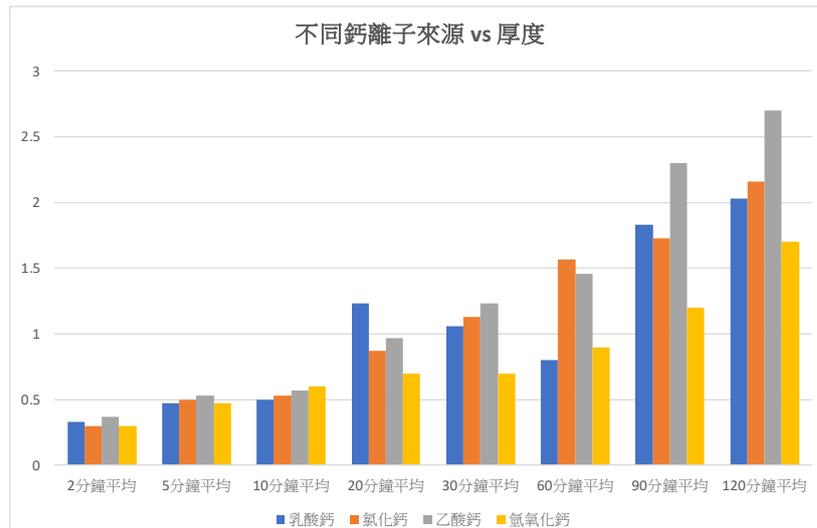
1. 先準備配製好的海藻酸鈉和鈣離子水溶液
2. 讓瓶蓋浸泡過乳酸鈣溶液後, 將海藻酸鈉挖入瓶蓋中
3. 將瓶蓋放入鈣離子水溶液中使晶球脫膜, 並計時等待 (本實驗將會計 2、5、20、30、60、90、120 分鐘以更好的對比數據和結果)
4. 時間到後將晶球拿出並剪開
5. 取其外膜利用游標尺進行測量
6. 其他含鈣物質接重複以上步驟進行

實驗結果:

晶球外膜厚度: 乙酸鈣 > 氯化鈣 > 乳酸鈣 > 氫氧化鈣

表一: 不同鈣離子來源所製得海藻酸鈉晶球的厚度比較 (單位: mm)

	乳酸鈣	氯化鈣	乙酸鈣	氫氧化鈣
2 分鐘平均	約 0.33	0.3	約 0.37	0.3
5 分鐘平均	約 0.47	0.5	約 0.53	約 0.47
10 分鐘平均	0.5	約 0.53	約 0.57	0.6
20 分鐘平均	約 1.23	約 0.87	約 0.97	0.7
30 分鐘平均	約 1.06	約 1.13	1.23	0.7
60 分鐘平均	0.8	約 1.57	約 1.46	0.9
90 分鐘平均	約 1.83	約 1.73	約 2.3	1.2
120 分鐘平均	約 2.03	約 2.16	約 2.7	約 1.7



實驗二 探討乳酸鈣溫度高低對晶球膜厚度的影響 (單位: mm)

操作變因: 鈣離子水溶液溫度 (15 °C、25 °C、45 °C)

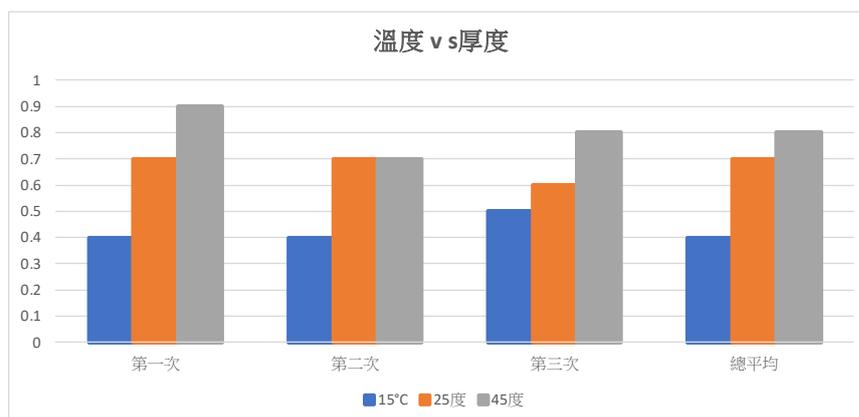
實驗步驟:

1. 先準備已經配製的海藻酸鈉和乳酸鈣水溶液
2. 調整乳酸鈣水溶液的溫度為 15 °C、25 °C 和 45 °C
3. 將海藻酸鈉滴入瓶蓋內並放入乳酸鈣水溶液中
4. 計時 10 分鐘
5. 等待時間到後，將海藻酸鈉晶球取出
6. 剪開晶球取外膜利用游標尺測量

實驗結果:

晶球外膜厚度: 45 °C > 25 °C > 15 °C, 推測溫度越高會使膜越厚

	15 °C	25 °C	45 °C
平均	約 0.43 mm	約 0.67 mm	0.8 mm
第一次	0.4 mm	0.7 mm	0.9 mm
第二次	0.4 mm	0.7 mm	0.7 mm
第三次	0.5 mm	0.6 mm	0.8 mm



實驗三 探討不同添加物對晶球膜厚度的影響 (單位: mm)

操作變因: 鈣離子水溶液中白醋或小蘇打的多寡

實驗步驟:

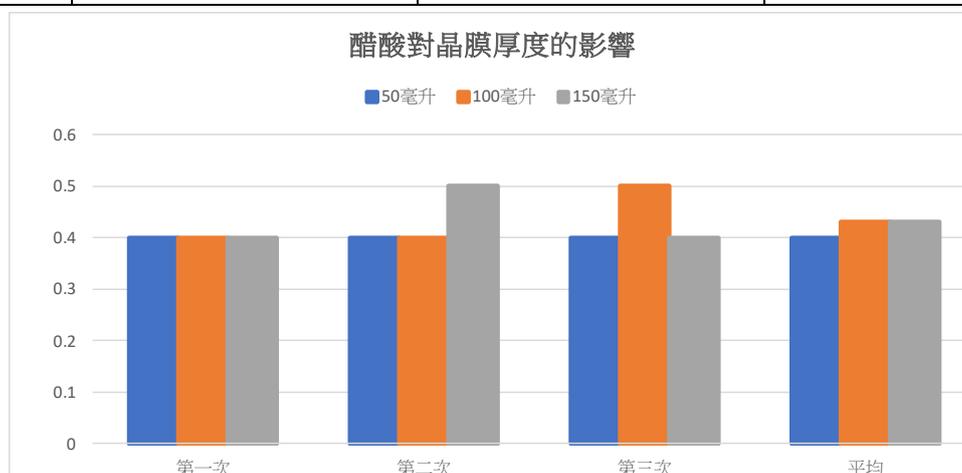
1. 先準備配製好的海藻酸鈉和乳酸鈣水溶液
2. 調整乳酸鈣水溶液的酸鹼度 (本實驗會採用 50 毫升、100 毫升、150 毫升的白醋以及 50 克、100 克、150 克的小蘇打粉以對比數據和結果)
3. 將海藻酸鈉滴入瓶蓋內並放入乳酸鈣水溶液中
4. 計時 10 分鐘
5. 等待時間到後, 將海藻酸鈉晶球取出
6. 剪開晶球取外膜利用游標尺測量

實驗結果:

白醋並不會影響結果, 而小蘇打越多就越不易成形

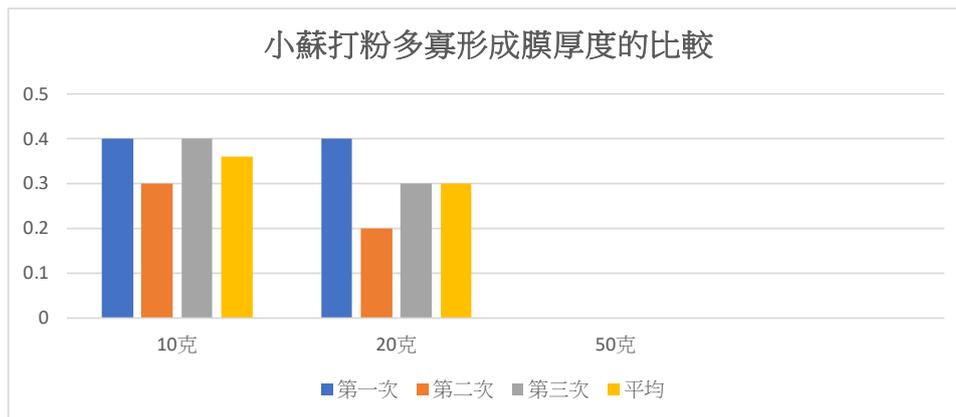
醋酸:

	50 毫升	100 毫升	150 毫升
平均	0.4 mm	0.43 mm	0.43 mm
第一次	0.4 mm	0.4 mm	0.4 mm
第二次	0.4 mm	0.4 mm	0.5 mm
第三次	0.4 mm	0.5 mm	0.4 mm



小蘇打:

	10 克	20 克	50 克
平均	0.36 mm	0.3 mm	0 (無法成形)
第一次	0.4 mm	0.4 mm	0 (無法成形)
第二次	0.3 mm	0.2 mm	0 (無法成形)
第三次	0.4 mm	0.3 mm	0 (無法成形)



實驗四 探討添加不同克數的乳酸鈣多寡對晶球膜厚度的影響 (單位: mm)

操作變因: 鈣離子的含量 (3克、14克、21克、28克、35克、42克、49克、56克)

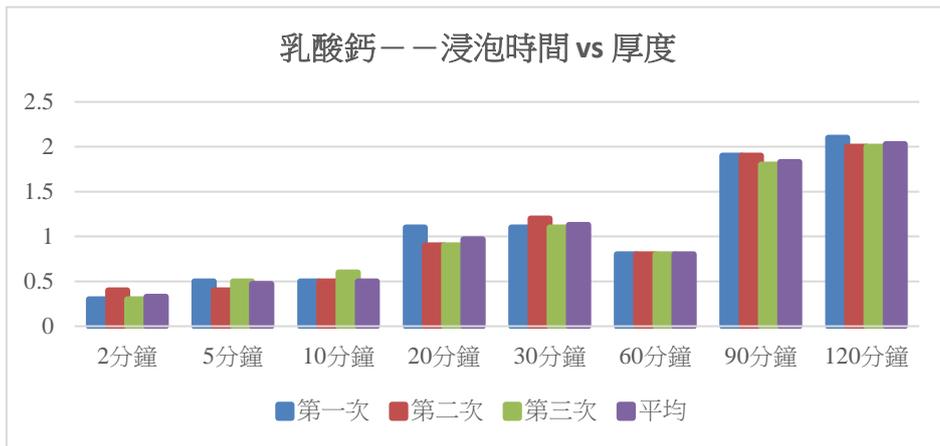
實驗步驟:

1. 先準備配製好的海藻酸鈉
2. 利用秤秤量乳酸鈣的重量 (本實驗會採用 3 克、7 克、14 克、21 克、28 克、35 克、42 克、49 克、56 克以更好的對比數據和結果)
3. 將海藻酸鈉滴入瓶蓋內並放入配好的乳酸鈣水溶液中
4. 計時 10 分鐘
5. 等待時間到後, 將海藻酸鈉晶球取出
6. 剪開晶球取外膜利用游標尺測量
7. 不同的克數皆依照以上步驟進行

實驗結果:

晶球外膜厚度: 56 克 > 49 克 > 42 克 > 35 克 > 28 克 > 14 克 > 21 克 > 3 克
推測鈣離子克數越多會使膜越厚

	第一次	第二次	第三次	平均
3 克	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm	0.3 mm
14 克	0.6 mm	0.6 mm	0.6 mm	0.6 mm
21 克	0.5 mm	0.5 mm	0.5 mm	0.5 mm
28 克	0.6 mm	0.6 mm	0.6 mm	0.6 mm
35 克	0.7 mm	0.7 mm	0.7 mm	0.7 mm
42 克	0.6 mm	0.8 mm	0.8 mm	約 0.73 mm
49 克	0.9 mm	0.7 mm	0.9 mm	約 0.83 mm
56 克	1.0 mm	0.9 mm	1.0 mm	約 0.96 mm



五、結論與生活應用

(一) 結論

1. 由實驗一得知，晶球外膜厚度：乙酸鈣 > 氯化鈣 > 乳酸鈣 > 氫氧化鈣
2. 由實驗二得知，晶球外膜厚度：45 °C > 25 °C > 15 °C，推測溫度越高會使膜越厚
3. 由實驗三得知，白醋並不會影響結果，而小蘇打越多就越不易成形
4. 由實驗四得知，乳酸鈣水溶液中，加入的鈣離子越多，膜的厚度越厚。晶球外膜厚度：56 克 > 49 克 > 42 克 > 35 克 > 28 克 > 14 克 > 21 克 > 3 克

(二) 生活應用

用作脂肪替代物，海藻酸鈉遇鈣可以形成熱不可逆凝膠，根據此原理，可以進行脂肪替代物的製作可以應用在高溫產品中。

參考資料

1. 黃嫻瑤、曹家豪、吳沛璇、林璟醇 (2003 年)。小小晶球真奇妙！科展群傑廳。
<https://www.ntsec.edu.tw/ScienceContent.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=792>
2. 蔡佳錚、李孟娟 (2018 年)。鈣多晶球。科展群傑廳。
<https://www.ntsec.edu.tw/ScienceContent.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=15347>