

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

化學科

科別：化學科

組別：國小組

作品名稱：「晶」益「球」精

關鍵詞：濃度、酸鹼、消化

編號：080217

學校名稱：

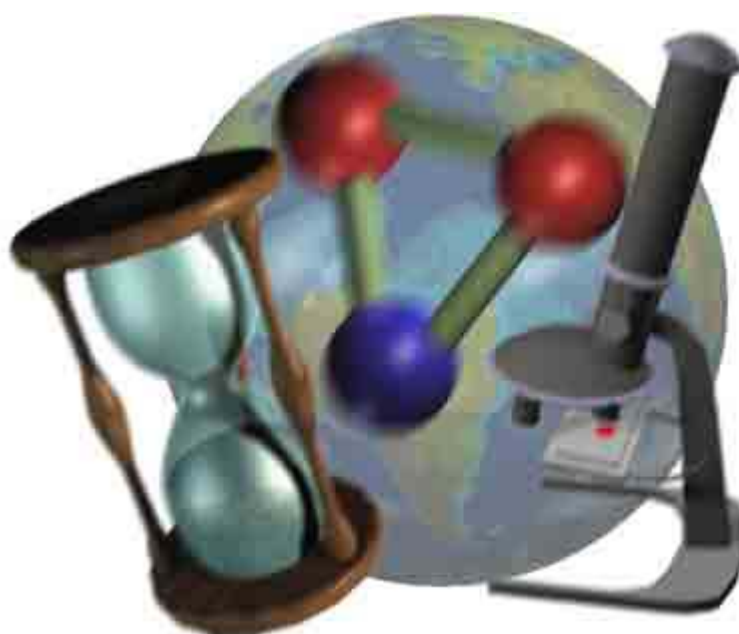
台南縣關廟鄉關廟國民小學

作者姓名：

周佳穎、徐芷齊、汪瑞環

指導老師：

王炳貴、吳俊良



摘要

由於人體的胃腸器官在消化與吸收上，所扮演的角色不同。加上人體的位器官市在酸性環境中消化食物，而小腸則在弱鹼性的環境中吸收食物的養分。而一些有益人體健康的益菌，為了避免在胃中被胃酸所破壞，而無法到達小腸被吸收。就必須藉著『晶球』這件『保護衣』，才能通過胃酸的考驗，順利到達小腸而被吸收。因此，『晶球』的保護性也就更加的重要。

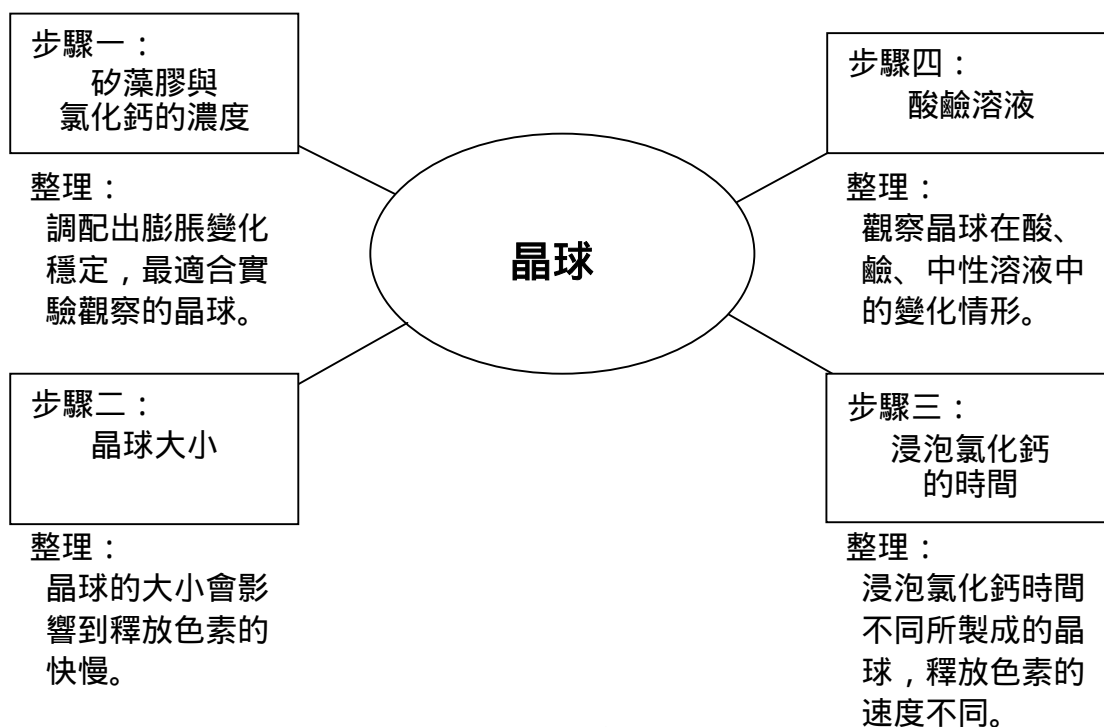
壹、研究動機

常聽人家說，優酪乳最營養了！有些優酪乳還加了晶球在裡面，我不知道晶球是什麼，於是便去問媽媽，她買了一罐給我喝，我發現真的有晶球在裡面耶！在電視廣告中看到了晶球優酪乳的介紹，原來是為了保護優酪乳中的益菌，因為優酪乳中的益菌一到了胃，便會被胃酸消滅，所以需要晶球把益菌包在裡頭，等到了小腸，才把益菌釋放出來讓人體吸收。可是關於晶球的成分和做法，我仍然有很多的問號，便四處收集資料，也加入了這次科展的實驗。

貳、實驗目的

- 1.利用不同濃度的矽藻膠及氯化鈣溶液，製成大小不同的晶球，試驗出在水中釋放色素、外表變化穩定的晶球。
- 2.探討晶球在酸、鹼、中性溶液中，釋放色素的情形。

參、實驗設計



肆、研究實驗過程

《實驗一》理想晶球的配方

實驗目的：

試以不同濃度的氯化鈣溶液及矽藻膠溶液製成晶球，再從中選擇出在水中膨脹穩定的晶球。

實驗器材：矽藻膠、氯化鈣、天秤、玻棒、量杯、濾網、尺、滴管

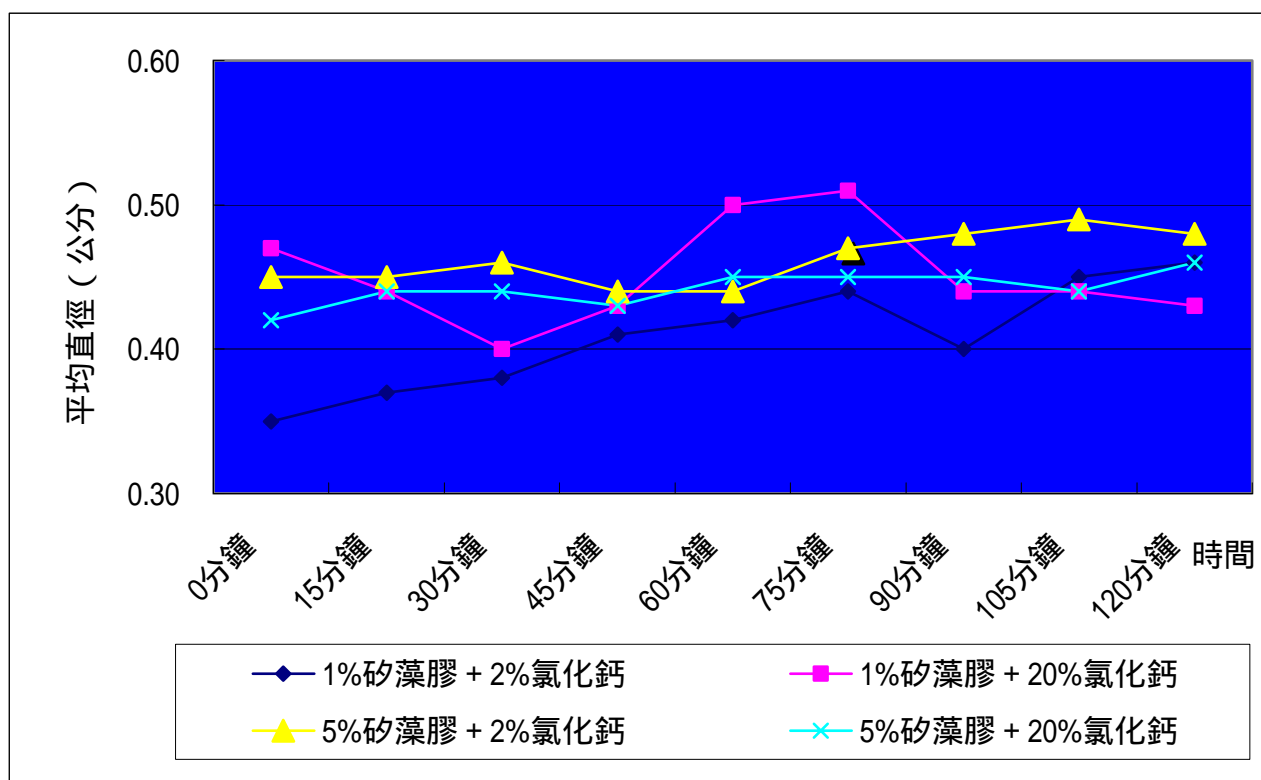
實驗步驟：

1. 配製 1% 及 5% 的矽藻膠溶液各 50 公克，並攪拌溶解。
2. 調配 2%、20% 的氯化鈣溶液各 50 公克。
3. 將配好的矽藻膠溶液，利用滴管分別滴入不同濃度的氯化鈣溶液中形成晶球後靜置 10 分鐘。
4. 取出晶球後用清水清洗 1 分鐘，並從中挑選出大小相似、外觀近似完整球狀的晶球 10 顆。
5. 將選定的 10 顆晶球放入水中，每 15 分鐘觀察並測量平均直徑。

實驗記錄：

矽藻膠 濃度	平均 直徑 氯化鈣 溶液濃度	時 間	0 分鐘	15 分鐘	30 分鐘	45 分鐘	60 分鐘	75 分鐘	90 分鐘	105 分鐘	120 分鐘
1%	2%		0.35	0.37	0.38	0.41	0.42	0.44	0.40	0.45	0.46
	20%		0.47	0.44	0.40	0.43	0.50	0.51	0.44	0.44	0.43
5%	2%		0.45	0.45	0.46	0.44	0.44	0.47	0.48	0.49	0.48
	20%		0.42	0.44	0.44	0.43	0.45	0.45	0.45	0.44	0.46

(單位：公分)



實驗結果：

1. 從《實驗一》的圖表可以發現利用 5% 矽藻膠溶液和 20% 氯化鈣溶液所製成的晶球體積膨脹的變化最穩定，5% 矽藻膠溶液和 2% 氯化鈣溶液所製成的晶球第二，兩者平均直徑的變化起伏 都不大；而 1% 矽藻膠溶液與 2% 及 20% 氯化鈣溶液所製成的晶球變化情形都很不穩定，前者平均直徑隨時間持續增大，後者則呈現忽大忽小的不規則變化，都不適合拿來進行後續的各項實驗觀察。
2. 在兩個小時的觀察變化中，我們覺得 5% 矽藻膠溶液和 20% 氯化鈣溶液所製成的晶球與 5% 矽藻膠溶液和 2% 氯化鈣溶液所製成的晶球的變化情形都很穩定，由於考慮到 5% 矽藻膠溶液和 20% 氯化鈣溶液所製成的晶球外表比較厚實，在後面觀察色素釋放情形的實驗可能比較不容易觀察，所以我們決定選擇以 5% 矽藻膠溶液和 2% 氯化鈣溶液所製成的晶球來進行以下的各項實驗。

《實驗二》理想晶球的大小

實驗目的：觀察大小不同的晶球釋放色素的快慢。




實驗器材：矽藻膠、氯化鈣、色素、天秤、玻棒、量杯、濾網、滴管、針筒、紗布





實驗步驟：

1. 配製 5% 的矽藻膠溶液 50 公克，加入色素 0.1 公克並攪拌溶解。
2. 調配 2% 的氯化鈣溶液 50 公克。
3. 將配好的矽藻膠溶液，利用滴管和針筒各取 1 毫升滴入氯化鈣溶液中製成大小不同的晶球後靜置 10 分鐘。
4. 用濾網取出晶球後用水清洗 1 分鐘。

5.以衛生紙吸乾晶球表面水分後再用紗布包紮起來，放入水中，每 3 分鐘觀察色素釋放情形。

實驗紀錄：

晶球大小 時間	大	小
0 分鐘		
3 分鐘		
6 分鐘		
9 分鐘		

12 分鐘		
15 分鐘		

放置大顆晶球的量杯中，水的顏色變化情形

0 3 6 9 12 15 (分鐘)



0 3 6 9 12 15 (分鐘)

放置小顆晶球的量杯中，水的顏色變化情形

實驗結果：

1. 從《實驗二》可以看得出來顆粒小的晶球色素釋放的情形比顆粒大的明顯，我們推測這是因為顆粒小的晶球與水接觸的表面積總和比較大的緣故。
2. 因為後續的實驗都是要觀察晶球釋放色素的情形，所以我們決定要以釋放色素情形比較明顯的小顆粒晶球來進行底下的實驗，以方便觀察與記錄。

《實驗三》晶球在氯化鈣的時間

實驗目的：觀察浸泡在氯化鈣溶液中時間不同所製成的晶球，釋放色素的快慢有何差異。

實驗器材：矽藻膠、氯化鈣、色素、天秤、玻棒、量杯、濾網、針筒、紗布

實驗步驟：









1. 配製 5% 的矽藻膠溶液與 2% 的氯化鈣溶液各 100 公克，分別加入色素 0.1 公克並攪拌溶解。
2. 將配好的氯化鈣溶液平分成兩杯。
3. 利用針筒各取 1 毫升配好的矽藻膠溶液，分別滴入兩杯氯化鈣溶液中形成晶球。

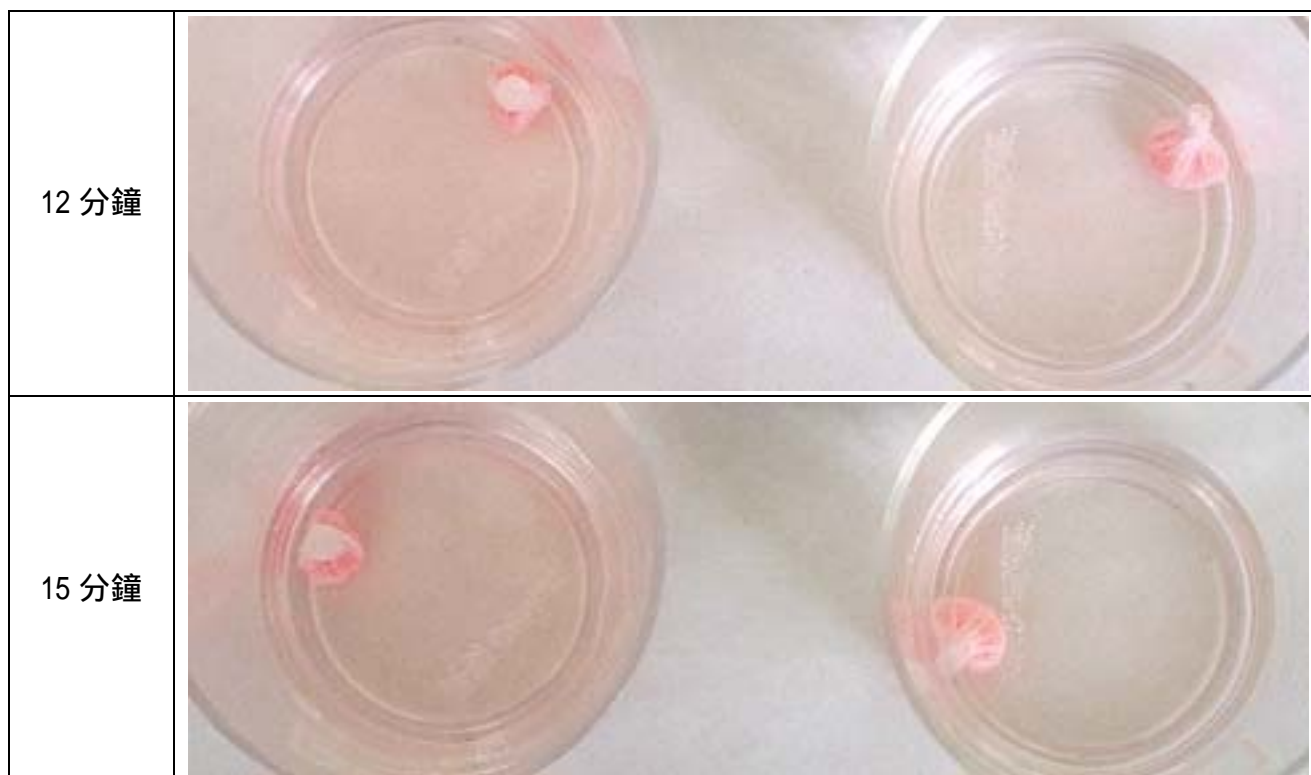
4.分別將晶球靜置在氯化鈣溶液中 10 分鐘及 1 天。

5.將晶球取出清洗 1 分鐘。

6.將清洗好的晶球以衛生紙吸乾表面水分後，用紗布包紮起來放入水中，每 3 分鐘觀察並記錄之。

實驗紀錄：

浸泡 時間 時間	10 分鐘	1 天
0 分鐘		
3 分鐘		
6 分鐘		
9 分鐘		



在氯化鈣溶液中浸泡 10 分鐘所製成的晶球，在水中釋放色素的情形

0 3 6 9 12 15 (分鐘)



0 6 15 (分鐘)

3 9

12

在氯化鈣溶液中浸泡 1 天所製成的晶球，在水中釋放色素的情形

實驗結果：

1. 在氯化鈣溶液浸泡 10 分鐘所製成的晶球，比在氯化鈣溶液浸泡 1 天的所製成的晶球釋放色素的情形更快且明顯。
2. 晶球在氯化鈣溶液浸泡的時間越久，表面就會越厚實，包在晶球裡面的色素反而不容易釋放出來，所以我們得到的結論是：晶球浸泡在氯化鈣溶液中的時間只要能讓晶球表面達到足夠堅固的程度就可以了，浸泡氯化鈣溶液的時間太長，反而會讓晶球的表面太過厚實，釋放色素的效果反而不好。

《實驗四》晶球在酸鹼溶液中的變化情形

實驗目的：將晶球放入不同的酸鹼溶液中，觀察晶球釋放色素的情形。






實驗器材：矽藻膠、氯化鈣、色素、檸檬酸、小蘇打、汽水、食鹽、天秤、玻棒、量杯、濾網、針筒、紗布

實驗步驟：




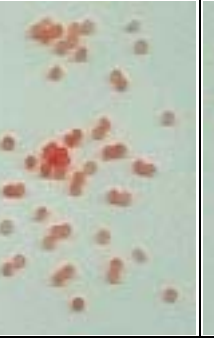

- 1.配製 5%的矽藻膠溶液 50 公克，加入色素 0.1 公克並攪拌溶解。
- 2.配製 2%的氯化鈣溶液若干。
- 3.利用針筒各取 1 毫升配好的矽藻膠溶液滴入氯化鈣溶液中形成晶球靜置 10 分鐘。
- 4.將晶球取出清洗 1 分鐘。
- 5.準備好 5%及 10%的檸檬酸溶液與小蘇打水 1%的生理食鹽水 汽水及清水各 50 毫升。
- 6.將清洗好的晶球以衛生紙吸乾表面水分後，用紗布包紮起來放入酸、鹼、中性的溶液中，每 3 分鐘觀察並記錄之。

實驗紀錄：

(一)

溶液 項目	5%檸檬酸	5%小蘇打水	汽水	生理食鹽水	水（對照）
浸泡 15 分鐘 後的結果					
色素釋放快 慢	5	2	4	3	1
15 分鐘後的 觸覺	變硬	變軟 部分崩解	變硬	無明顯變化	無明顯變化

(二)

溶液 項目	10%檸檬酸	10%小蘇打水	汽水	生理食鹽水	水（對照）
浸泡 15 分鐘 後的結果					
色素釋放快 慢	5	2	4	1	3
15 分鐘後的 觸覺	變硬	變軟 甚至完全崩解	變硬	無明顯變化	無明顯變化

實驗結果：

- 1.晶球浸泡在中性的生理食鹽水與水中釋放色素的速度與浸泡在鹼性的小蘇打溶液的時候差不多，但是浸泡在酸性的檸檬酸溶液以及汽水中的時候就明顯的慢了許多。

- 2.晶球浸泡在中性的生理食鹽水與水中的觸覺並沒有明顯的變化，浸泡在酸性檸檬酸溶液以及汽水中則會變硬，浸泡在鹼性的小蘇打溶液則會變軟，甚至有破壞表面的崩解現象發生。
- 3.晶球浸泡在水或生理食鹽水等中性溶液中的時候，釋放色素的速度雖然快，但晶球本身的觸覺並沒有什麼明顯的變化；同樣的，晶球浸泡在鹼性的小蘇打溶液中釋放色素的速度也很快，但那是因為鹼性的溶液會破壞晶球的結構，使晶球表面崩解，晶球裡面的色素就能很快地釋放出來；而晶球在酸性的檸檬酸、汽水等水溶液中，晶球的表面會變得更結實，摸起來觸感更堅硬，所以色素要釋放出來也變得比較不容易，因此晶球在酸性溶液中釋放色素的速度最為緩慢。

伍、總結論

本實驗目的在透過一系列的實驗，諸如矽藻膠溶液和氯化鈣溶液的濃度、晶球的顆粒大小，以及晶球浸泡在氯化鈣溶液中時間的長短等，試圖找出最適合實驗觀察的理想晶球，最後再以色素模擬益菌，觀察晶球在酸、鹼、中性等各種溶液中釋放色素的情形，以了解晶球是否真如廣告中所言，可以保護益菌通過強烈的胃酸而到達小腸被人體吸收。

實驗假設晶球具有保護益菌的作用是成立的，所以實驗的安排從矽藻膠溶液和氯化鈣溶液的濃度開始，探討在什麼濃度調配下製造出來的晶球在水中膨脹的比較穩定；因為晶球在水中會吸收水分，使得體積膨脹，如果膨脹的變化太大，晶球表面可能會脹破，如此便失去了對晶球裡面益菌的保護作用，所以理想的晶球在水中的膨脹變化應該要穩定一點。由於晶球的主要成分是矽藻膠，實驗過後，我們發現晶球膨脹是否穩定果然取決於矽藻膠溶液的濃度，濃度愈大，晶球的膨脹情形就愈穩定；而幫助晶球凝聚結成的氯化鈣溶液濃度對於晶球膨脹變化的影響就比較不明顯了。

晶球製造成分的濃度決定了之後，接下來考慮的是晶球的顆粒大小，定量的矽藻膠所製造出來的大、小顆粒晶球，顆粒小的表面積總和比較大，所以釋放色素的速度也比較快。再其次，是晶球浸泡氯化鈣溶液的時間；晶球在氯化鈣溶液浸泡的時間愈長，晶球的表面就愈厚實，雖然可以提供包在晶球裡面的色素（益菌）更周全的保護，卻也使得色素不容易釋放出來，所以晶球浸泡在氯化鈣溶液中的時間應以能讓晶球表面達到一定堅固的程度就可以了，時間太久反而不宜。

最後，我們將晶球放置在各種酸、鹼、中性溶液中觀察其變化，結果發現晶球在酸性溶液中比較容易保存；在中性溶液中釋放色素的速度普遍較快；但在鹼性溶液中晶球表面則會逐漸崩解，使色素釋放的速度因而變快。我們拿這個結果與晶球優酪乳在人體中的過程做對照，晶球由口腔進入，迅速地通過食道而到達胃部，之後晶球會在胃部停留較長的時間，面臨強烈胃酸的考驗，但晶球在酸性的環境中表面會變得更堅硬、更結實，所以可以勝任保護益菌的任務；最後晶球來到小腸，小腸是人體吸收養分的器官，在鹼性的腸液中晶球逐漸崩解，將益菌全部釋放出來讓人體吸收，證明廣告中對於晶球神奇功效的描述有其可信之處。

陸、討論與建議：

1. 問：在實驗過程中，為什麼泡在水中的晶球會有脹大或縮小的現象發生？

答：因為晶球內部溶液濃度與外界的水不同，所以產生了滲透作用，為了讓晶球內外的壓力達到平衡，所以水會改變晶球內的溶液濃度壓力與外部間的壓力彼此平衡，造成晶球脹大或縮小。

2. 問：若是晶球裡有空氣的話，對於色素的釋放有什麼影響？

答：有影響啊！因為空氣會將晶球的球面撐大，當晶球表面被撐大而產生的空隙就會影響色素的釋放情形。

3. 問：球狀的晶球和水滴狀的晶球在釋放色素上有什麼不一樣？哪一種形狀的晶球比較適合實驗與食用？

答：由於水滴狀的晶球和球狀晶球在表面積上的差異而且水滴狀的晶球其厚度不均勻，將會影響色素的釋放情形，一般而言，水滴狀的晶球其釋放的速度較快，但釋放情形也較不平均。

4. 問：晶球有什麼功用？

答：利用矽藻膠與氯化鈣溶液所製成的晶球在酸性液體中非但不會被溶解，反而會變得更堅固，所以我們可以推測，在優酪乳中加入晶球，目的也是為了要保護被包在晶球裡面的益菌在經過人體胃部時不會被胃酸破壞，能夠順利進入小腸，而小腸液是弱鹼性的，鹼性的液體可以溶解晶球，晶球裡面的益菌就可以釋放到小腸裡面被人體吸收了。

5. 問：討論晶球與膠囊功能的異同，晶球是否可以取代膠囊呢？

答：經由實驗，我們已經知道晶球主要是在酸性溶液中可以提供保護，但在中性及鹼性溶液中則沒有太大的作用；而膠囊的功用主要可以分成三項，第一是提供藥物保護，避免藥物在空氣中受潮變質；第二是延緩藥物在人體中發揮藥效的時間；第三則是因為某些藥物太苦不好吃，用膠囊包裹著比較容易入口。

經由比較，我們可以發現晶球和膠囊可以說都具有保護包在裡面物質的功用，只是晶球提供的是在酸性環境下的保護，在中性的環境中沒有太大的效果，在鹼性環境中則會崩解；而膠囊只要碰到液體就會慢慢被軟化、溶解，只是單純地延緩膠囊裡面物質被溶解的速度。

所以說，我們可以大膽地假設：如果先將藥粉調配成藥水，再適度地添加代糖改變口味，並放在酸性的環境中保存，經過這些手續處理後，那麼晶球的確可以有限度地取代膠囊，說不定哪天我們就能喝到酸酸甜甜、好喝又有效的晶球藥水呢！

柒、參考文獻

1. 光泉牧場股份有限公司-晶球優酪乳飲用 Q&A http://www.milk.com.tw/enter_p1_c4.htm
2. 農業新聞剪報－動物口服疫苗
<http://www.tari.gov.tw/news/農業新聞剪報/2002-11/11.8-4.htm>
3. 十萬個為什麼－化學篇（民 82）。台北縣：陽明書局。
4. 自然科學實驗觀察教室－物質的溶解方法（民 81）。嘉義市：明統圖書公司。
5. 自然科學實驗觀察教室－水溶液的性質（民 81）。嘉義市：明統圖書公司。

實驗活動記錄照片



在《實驗一》中，利用不同濃度的矽藻膠溶液及氯化鈣溶液所製成各種不同的晶球，瞧瞧它們的外觀有什麼不一樣？

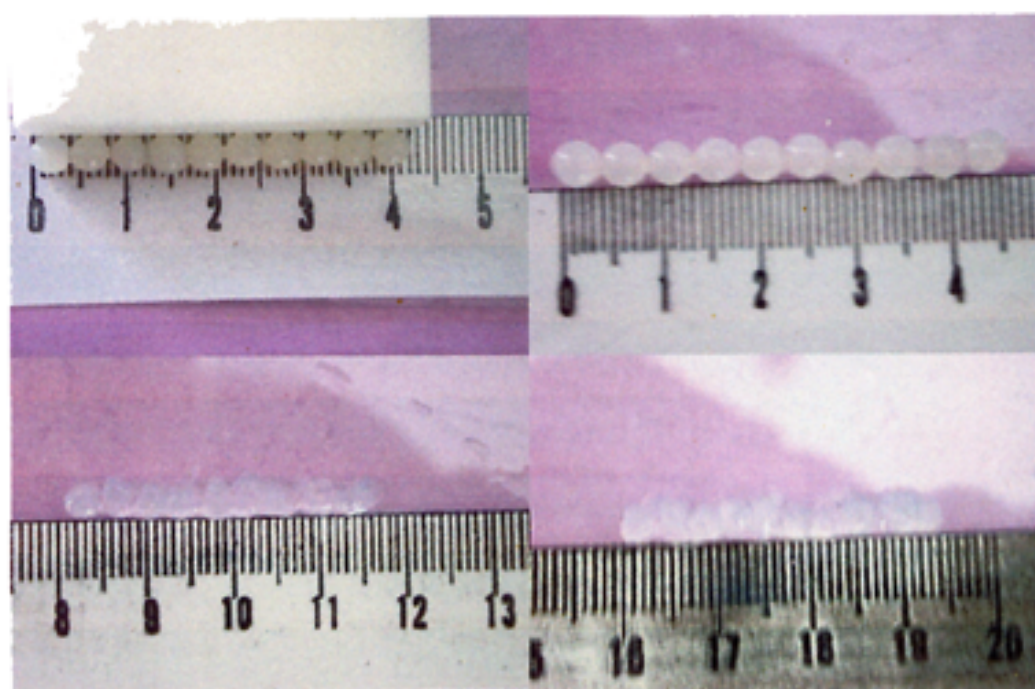


換個角度看，我們發現矽藻膠溶液及氯化鈣溶液濃度愈高所製成的晶球顏色愈深，摸起來感覺也比較結實。

實驗活動記錄照片

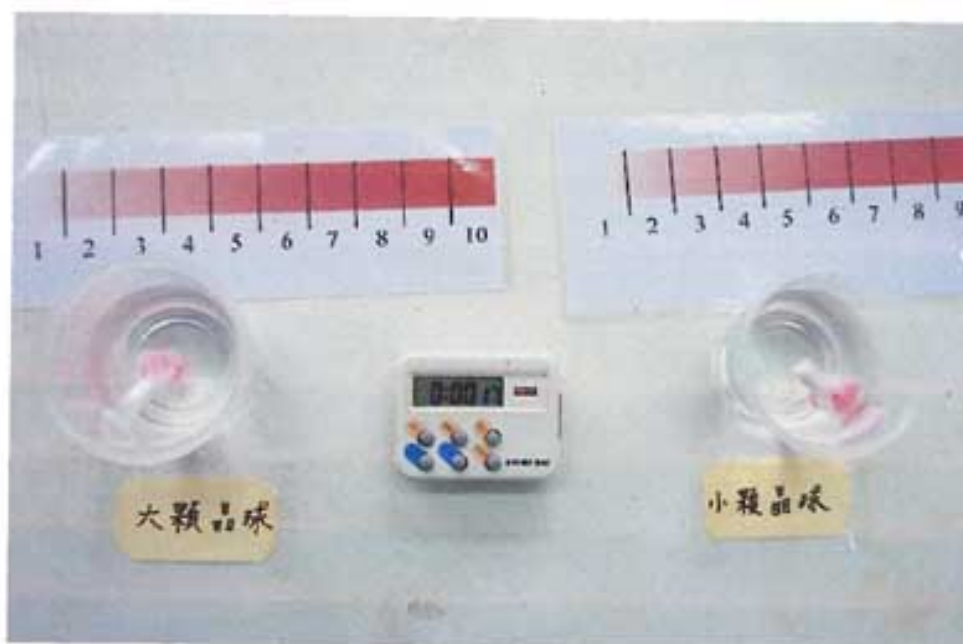


將不同濃度的矽藻膠溶液及氯化鈣溶液所製成的各種晶球放在水中，觀察它們的變化情形。



定時從不同的晶球中分別隨機抽出 10 顆，測量其平均直徑。

實驗活動記錄照片

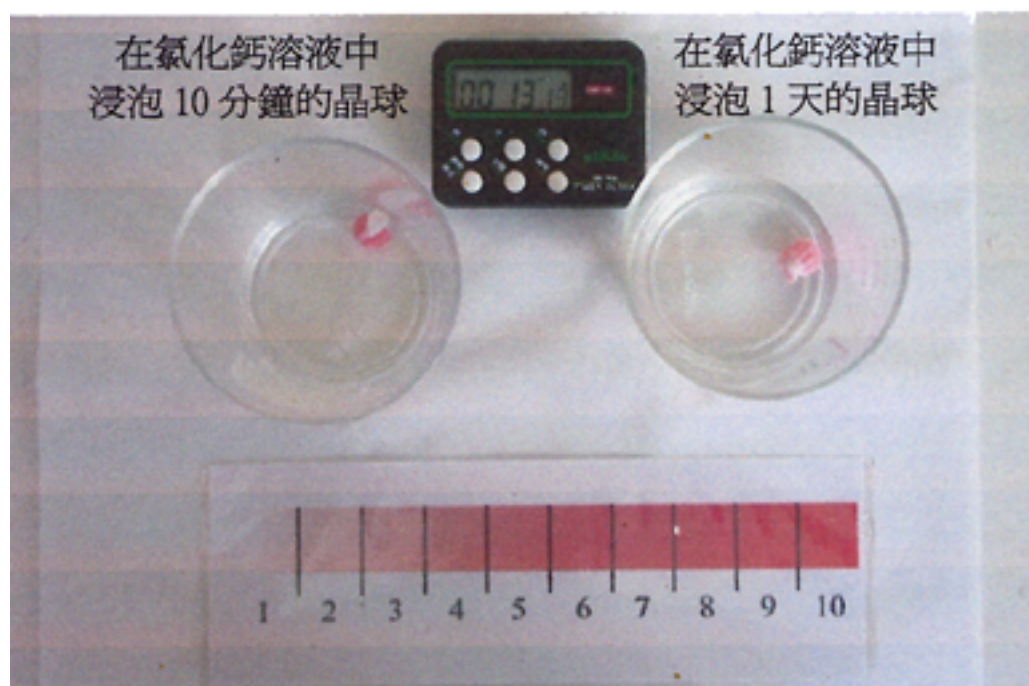


在《實驗二》中，分別將加入色素的大顆晶球與小顆晶球放入水中，觀察色素釋放的情形。

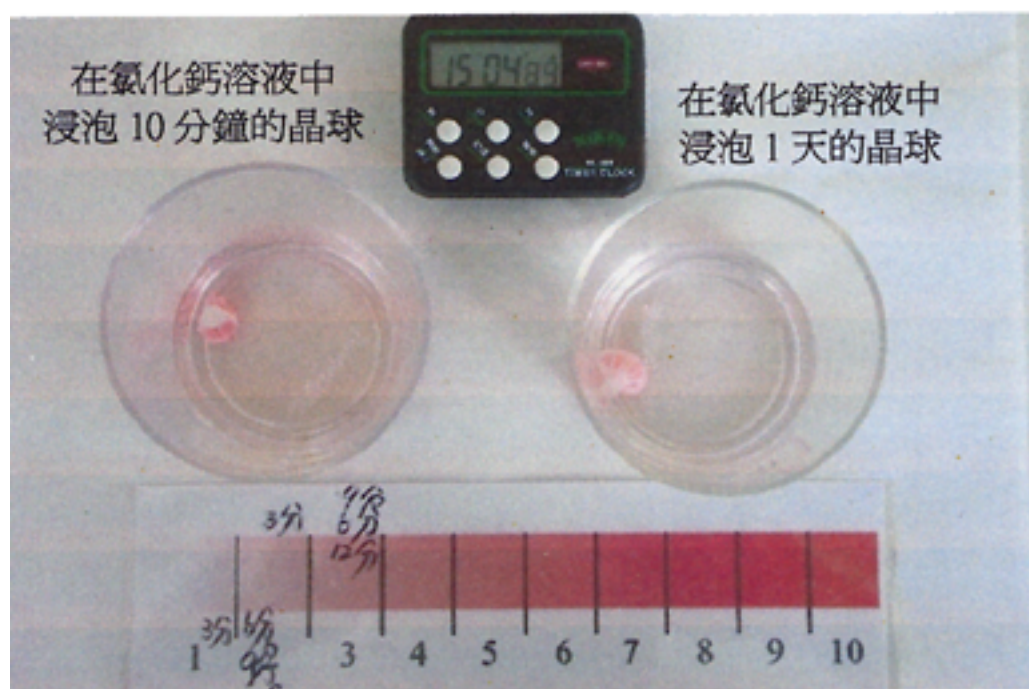


時間咻…一下子就過了 15 分鐘，我們可以發現小顆晶球釋放色素的情形比大顆晶球來得快且明顯。

實驗活動記錄照片



在《實驗三》中，我們拿在氯化鈣溶液浸泡 10 分鐘和浸泡 1 天的晶球來做比較，看它們在水中釋放色素的情形有什麼差別。



15 分鐘過後，我們發現左邊在浸泡 10 分鐘所製成的晶球釋放色素的情形比右邊浸泡氯化鈣 1 天所製成的晶球快了許多。

實驗活動記錄照片



《實驗四》，將晶球放在酸、鹼、中性溶液中觀察其變化。

溶液	5% 檸檬酸	5% 小蘇打水	汽水	生理食鹽水	水 (對照)
項目					
過塊內中錫的結晶					
錫釋放 的快慢	5	2	4	3	1
15分鐘後 的觸覺	硬	變軟	變硬	無顯化 無明變	無顯化 無明變

觀察並比較晶球在酸、鹼、中性溶液中放置 15 分鐘後的差異。

實驗活動記錄照片



《實驗四》，將晶球放在酸、鹼、中性溶液中觀察其變化。

溶液	10% 檸檬酸	10% 小蘇打水	汽水	生理食鹽水	水 (對照)
項目					
硬塊佔全塊的幾分					
已溶解的快慢	5	2	4	1	3
15分鐘後的情況	變硬	變軟	變硬	無變化	無變化

晶球放在酸、鹼、中性溶液中 15 分鐘後的變化情形。

芷齊的實驗紀錄日誌

實驗日誌： 1月29日 星期三 上午9：30 12：00

今天老師發了一份資料給我們，並且要我們想一想，然後寫出實驗主題、目地、動機、設計、流程、步驟、紀錄。於是我們大家討論了動機、設計、流程及實驗一的步驟、目的。

實驗日誌： 1月30日 星期四 上午9：30 12：00

下午2：00 3：35

今天我們繼續昨天的實驗目的、步驟和記錄等。早上我們把實驗二的步驟和目的寫完後，老師帶來矽藻膠，也就是晶球的製作原料，還有氯化鈣，老師決定在實驗開始前讓我們親身體驗如何製作晶球，雖然沒有調配一定濃度，但我們還是大概知道如何製作晶球了；到了下午我們便把實驗三的目的、記錄、步驟解決了！

實驗日誌： 3月8日 星期六 上午9：30 12：00

下午2：00 4：30

今天我們決定要正式開始做實驗了。首先我們先調配不同的矽藻膠濃度，但調配好了以後才發現我們要調配的是不同濃度的氯化鈣，當然，發現後我們又重新做過了。但是弄好一部份後，又發生了一件“烏龍事件”，所以我們決定星期三再重新實驗一次。

實驗日誌： 3月12日 星期三 下午1：30 5：15

今天放學後，在約定的時間我們來到學校的自然科教室，準備做實驗，我們依照流程先將矽藻膠調配好後製作晶球，每一步都照著步驟做，但做出來的數據總是怪怪的，所以決定利用週休二日好好的將第一個實驗完成，並開始做第二個實驗。

實驗日誌： 3月15日 星期六 下午1：30 6：50

今天我們又從第一個實驗開始做起了！一切都還算順利，但是浸泡在1%氯化鈣溶液中的晶球觀察發現比濃度5%的還大，而且大好幾倍呢！經過兩個小時的實驗後，晶球隨時間逐漸漲大，有幾顆甚至漲破了呢！我們做完實驗一後發現1%氯化鈣溶液濃度的數據做起來較正常，為了再得到多次實驗的數據，所以我們打算星期六一邊做實驗一的確認工作，一邊開始進行實驗二的實驗步驟。

實驗日誌： 3月22日 星期六 上午9：30 12：00

下午2：00 6：00

今天上午，我們做了實驗二，實驗二是觀察不同大小的晶球釋放色素的情形，我們討論後決定依據不同時間，將色素釋放情形用相機拍照紀錄。根據每3分鐘記錄觀察發現較小的晶球較易將色素釋放。下午，我們又幫實驗一做進一步確認，也就是重新再做一次，數據和前一次實驗結果相距不遠，所以我們仍依據之前所做的實驗數據做對照。

實驗日誌： 3月26日 星期三 下午1：30 5：00

最近我們不斷重複做著實驗一與實驗二，今天實驗一已經是第四次操作，但這次又失敗了，因為晶球放入水中15分鐘後，發現有9顆已經破裂，又過了15分之後，全部晶球都破裂了！這次是實驗一操作以來所觀察到較特別的現象。而實驗二則以擺烏龍收場。

實驗日誌： 3月28日 星期五 下午4：00 5：00

今天吳老師從軍中回來，他是我們的實驗幕後主使者。他看完我們這次的實驗數據後，發現很多的小細節都不合常理。所以，這次我們討論後，決定為了防止晶球因膨脹而裂開，要改用濃度較濃的矽藻膠和氯化鈣溶液來做實驗，還有，也要訂定所有東西的一定規格，如大小、重量、容量 等。雖然這次重做了，但老師說把先前的失敗當作試驗就好，現在才要真正開始呢！

實驗日誌： 3月29日 星期六 上午9：00 12：00

下午1：30 5：50

今早我們大家辛苦的輪流攪拌矽藻膠，下午才開始做實驗。下午，一到學校我們便開始進行實驗一的操作，當然濃度和昨天說的一樣有些改變。實驗一做完之後我們發現每組數據的差異都蠻大的，於是老師要我們將器材拿回家重複做一次，最後觀察發現到是矽藻膠濃度5%、氯化鈣溶液2%的數據變化較小、也較穩定，所以接下來進行的實驗中，「晶球製作的密度」便以這次實驗的結果做為往後實驗的依據。

實驗日誌： 4月5日 星期六 上午9：30 12：00

下午2：00 6：10

今天上午我們開始做實驗二，而矽藻膠早在昨天就攪拌好了！在實驗之前我們先畫出實驗一的數據曲線圖，才開始做實驗二。但是這次色素是放出的顏色較不明顯。下午我們預測實驗三的結果，開始實驗四的測試，但色素的顏色依然不顯著，所以經我們討論之後，決定下次實驗時將觀察色素的水溶液容量減半為50ml。

實驗日誌： 4月12日 星期六 上午9：30 12：00

下午1：30 5：30

今天上午我們觀察昨天泡在氯化鈣溶液中的晶球（實驗三），但晶球中的色素已經全部釋放在氯化鈣溶液中，所以我們又做了一項測試，我們在氯化鈣溶液中加入色素，再將含有色素的矽藻膠滴入氯化鈣溶液中，這樣效果較顯著。因為時間的關係所以先進行實驗四的操作。下午，我們調配實驗四所要用的酸、鹼、中性水溶液並進行實驗，而實驗紀錄決定使用照片來記錄。

實驗日誌： 4月19日 星期六 上午9：30 12：00

下午1：30 5：00

今天我們觀察昨天放入氯化鈣中的晶球（實驗三），發現到浸泡在氯化鈣溶液十分鐘的晶球色素釋放比浸泡一天的還快。接著編寫書面報告，下午我們再一次進行實驗四的操作，觀察實驗的結果和前幾次實驗四所得到的紀錄相同。

學生實驗日誌之二

佳穎的實驗紀錄日誌

實驗日誌： 1月29日 星期三 上午9：30 12：00

今天老師發了一份資料給我們，上面要我們想一想然後寫出實驗主題、目地、動機、設計、流程、步驟、紀錄。於是我們大家討論了一會兒在動機、設計、流程，以及實驗一的步驟、目的，已經有些著落了！

實驗日誌： 1月30日 星期四 上午9：30 12：00
下午2：00 3：35

今天我們繼續昨天的實驗目的，步驟和記錄等。早上我們把實驗二的步驟和目的寫完後，老師帶來矽藻膠，也就是晶球的製作原料，還有氯化鈣，老師決定在實驗開始前讓我們親身體驗如何製做晶球，雖然沒有調配一定濃度，但我們還是大概知道如何製做晶球了，而下午我們便把實驗三的目的、記錄、步驟解決了！

實驗日誌： 3月8日 星期六 上午9：30 12：00
下午2：00 4：30

隔了很久，我們又再度回到自然科教室，今天我們決定要正式的開始做實驗了。首先我們先調配不同的矽藻膠濃度，但調配好了以後才發現我們要調配的是不同濃度的氯化鈣，當然，發現後我們又重新做過了。但，弄好一部份後，又發生了一件“烏龍事件”，所以我們決定星期三再重新來過。

實驗日誌： 3月12日 星期三 下午1：30 5：15

今天放學後，在約定的時間我們來到學校的自然科教室，準備做實驗，我們依照流程先將矽藻膠調配好後製做晶球，每一步都照著步驟做，但做出來的數據總是怪怪的，所以決用週休二日好好的將第一個實驗結束，並開始做第二個實驗。

實驗日誌： 3月15日 星期六 下午1：30 6：50

今天我們又從第一個實驗開始做起了！一切都還算很順利，但是浸泡在1%氯化鈣中的晶球不只比濃度5%的還大，而且大好幾倍呢！結果就這樣一直漲大，還有幾顆就這樣子漲破了呢！之後我們做完實驗一的結果是氯化鈣濃度%1的數據做起來較正常，所以我們打算星期六一邊做實驗一的確認工作，一邊開始實驗二的實驗，因為實驗一的數據較奇怪，所以我們打算要做進一步的確認。

實驗日誌： 3月22日 星期六 上午9：30 12：00
下午2：00 6：00

今天上午，我們做了實驗二，實驗二是觀察不同大小的晶球釋放色素的情形，我們討論後決定使用相片做紀錄，根據觀察，較小的晶球較易將色素釋放，以3分鐘記錄之。下午，我們又幫實驗一做進一步確認，也就是重新再做一次，數據依然奇怪，所以我們仍依據之前所做的實驗數據做比對。

實驗日誌： 3月26日 星期三 下午1：30 5：00

最近我們不斷重複做著實驗一與實驗二，今天實驗一已經進入第四次了，但這次又失敗了，因為才一開始放入 15 分鐘後就有 9 顆已經破了，又過了 15 分之後就全破了！而實驗二則以擺烏龍收場。

實驗日誌： 3月28日 星期五 下午4：00 5：00

今天吳老師從軍中回來了，他是我們的實驗幕後主使者。他看完我們這次的實驗數據後，發現很多的小細節都不合常理所以。這次我們討論後，決定，為了防止晶球因膨脹而裂開，要改用濃度較濃的矽藻膠和氯化鈣溶液來做實驗，還有，也要訂定所有東西的一定規格，如大小重量容量等。雖然這次重做了但老師說把先前的失敗當作試驗就好，現在才要真正開始呢！

實驗日誌： 3月29日 星期六 上午9：00 12：00

下午1：30 5：50

今早我們大家辛苦的輪流攪拌矽藻膠，下午才開始做實驗。下午，一到學校我們便開始實驗一的操作，當然濃度和昨天說的一樣有些改變。實驗一做完之後我們發現數據上的誤差都滿大的，於是老師較我們將器材拿回家重複做一次結果是矽藻膠濃度 5 %、氯化鈣 2 % 的數據較相近，所以我們就用這次實驗一所做的結論來做第二個實驗。

實驗日誌： 4月5日 星期六 上午9：30 12：00

下午2：00 6：10

今天上午我們開始做實驗二，而矽藻膠早在昨天就攪拌好了！在實驗之前我們先畫出實驗一的數據曲線圖，才開始做實驗二。但是這次色素是放出的顏色較不明顯。

下午我們預測實驗三的的結果，開始實驗四的測試，但色素的顏色依然不顯著，所以已經我們討論之後絕定下次實驗時決定將觀察色素的水容易容量減半成 50 ml。

實驗日誌： 4月12日 星期六 上午9：30 12：00

下午1：30 5：30

今天上午我們巡視昨天泡在氯化鈣溶液中的晶球（實驗三），但晶球中的色素早已流出晶球，在氯化鈣中亂竄了！所以我們便又做了一個測試，我們在率化鈣中加入色素，再將含有色素的矽藻膠滴入氯化鈣中，這樣相較之下效果較為顯著，所以我們決定實驗三要這麼做，但因時間關係所以決定先做實驗四。下午，我們調配實驗四所要用的酸、鹼、中性水溶液，開始實驗，而實驗紀錄決定使用照片來記錄。

瑞環的實驗紀錄日誌

實驗日誌： 92 年 1 月 28 日

今天老師帶我們到資源教室，問我們一些問題和常識，教導我們一些觀念，探討實驗流程、注意事項等。老師一開始引導我們如何做實驗並要我們抄下來，老師也要我們畫表格和回答問題，一直到中午才回家休息。下午來到學校卻左等右等也不見黃老師，只有吳老師來，沒有鑰匙和器材，只好改天再來做吧！

實驗日誌： 92 年 1 月 30 日

今天老師先告訴我們實驗流程，然後拿來一罐矽藻膠，在量杯裡裝了一些水，給每人一點矽藻膠，放入水中攪拌均勻，一點一點加，攪拌了 20~30 分鐘左右。等完全溶解後，老師便在一人的矽藻膠中加入紅色色素，並調製了氯化鈣溶液，再將我們的矽藻膠溶液放入針筒，滴入於氯化鈣溶液，馬上形成許多大小不同的晶球。觀察後，老師將它倒掉，要我們繼續寫實驗設計、結論。

實驗日誌： 92 年 3 月 8 日

今天正式開始做實驗，準備好用具後，我們就開始攪矽藻膠，再調配氯化鈣溶液。到了下午，芷齊先用針筒把矽藻膠吸起來，再滴十滴在氯化鈣溶液裡，再用濾網濾乾，交給佳穎和我去洗，結果佳穎一不小心就弄掉了一顆晶球，大家都不敢動，等找到之後才鬆一口氣，後來我竟弄掉了 5 顆，怎麼也找不到，只好下次再重做囉

實驗日誌： 92 年 3 月 12 日

今天從下午 1:30 開始做，和上次一樣，洗完晶球後，我小心翼翼的量著晶球長度，怕又出差錯，不過只是兩邊晶球差很多而已。放回水裡後，我習慣性的數了數，發現其中一邊有 11 顆晶球，趕緊叫其他人來看，大家才想起來，是之前怕出差錯而預備用的，難怪長度差那麼多。

實驗日誌： 92 年 3 月 26 日

今天中午放學後，我們到自然科教室去，準備再做一次第一個實驗。攪拌好矽藻膠溶液，我和佳穎就用滴管將它們滴進氯化鈣溶液、接著洗晶球、量長度，一直到將晶球放進水裡，工作才告一段落。但是等到 15 分鐘後，把晶球濾出、要量長度時，我負責觀察的是由 1% 的氯化鈣溶液製成的晶球，觀察結果令我嚇了一跳，竟然破了 9 顆！在我大叫了一聲之後，大家都驚訝極了，紛紛圍過來看，也不知道哪裡操作錯誤，只好繼續做吧！看看接下來還會有什麼變化。最後我們做到 90 分鐘就結束了，結果是 1% 的沒再增大，而 5% 的先變大後又縮小！

實驗日誌： 92 年 3 月 28 日

今天早上我們是利用早自修及第一節課的時間來做實驗的，只有唐老師、佳穎、芷齊和我四人，打算做。攪好矽藻膠後，我就打開色素加一些進去，結果還弄得桌上地上都是，真丟臉！後來我們做好晶球，就泡在氯化鈣溶液裡十分鐘，再用紗布包起來，放進水裡。接下來就回教室，等中午繼續做吧！午休時，芷齊和我拿著早上做好的晶球，又到自然科教室做實驗！步驟和之前相同，差別只在這次的晶球要在氯化鈣溶液裡泡一整天！下午吳俊良老師回來找

我們，看完實驗的數據、資料，聽完這段時間做的實驗，雖然他說我們的實驗結果有些出入，不過，也讓我們對實驗流程更了解、更熟悉，也算是有些收穫！

實驗日誌： 92 年 3 月 29 日

因為吳俊良老師以前有做過這個實驗，能預測結果，所以雖然我們做錯了，但是知道 5 % 晶球大概會比 1 % 晶球好，就只要有照片存證和我們的經驗就 OK 啦！今天早上我們做完最後一次的第一個實驗。下午吳老師等其他老師出去之後，吳老師告訴我們三個，要我們回家自己做，做好後再紀錄下來。雖然我們在學校已經做過了，但是我還是很怕做錯或忙不過來，便徵求媽媽和芷齊的同意，到她家去做實驗。一開始，我和她是同時測量的，但是我動作較慢，晶球也很難量，手忙腳亂的，時間也越差越多，有時候她需要我幫忙，有時候我需要她幫忙。最後終於做完了 120 分鐘，好累喔！

實驗日誌： 92 年 4 月 19 日

到上禮拜為止，我們的實驗做得差不多了，從今天開始就是要做書面資料，如結論、日誌等。首先王老師叫我們想想看有沒有什麼問題，可以提出討論的，芷齊有想到，我絞盡腦汁就是想不出來，還被老師誤認為在發呆，真丟臉！最後終於捱到 12 點，才回家休息。而下午就進行實驗四，也做得很順利，從實驗中我得到了很多樂趣，也學到了很多。

評語

優點

- 1 能運用色素來模擬益菌在晶球中活動的情形，頗具創意。
- 2 實驗過程及步驟詳實完整，符合科學精神。
- 3 學生表達能力強，對整個實驗充分了解。

建議

實驗日誌及活動相片應多充實。