

# 彰化縣 109 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

## 作品說明書（封面）

作品編號：（由承辦單位編列）

國小組

數學類

組別：

自然與生活科技類

國中組

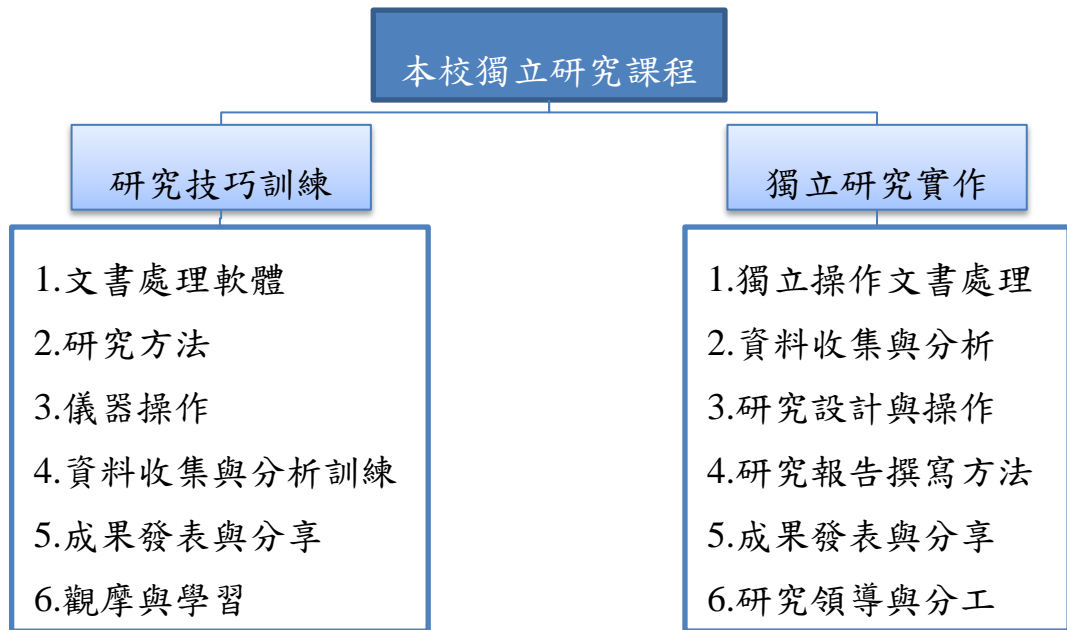
人文社會類

作品名稱：無磁力的相吸—喜瑞爾效應

◎封面切勿出現校名、作者、校長及指導者姓名，違者不予評審並退件。

## 第一階段 研究訓練階段

### 一、獨立研究課程之規劃



### 二、獨立研究課程之訓練

教學階段	授課內容
訓練階段 (108/09/01~09/09)	1.獨立研究的意義、研究者需具備的能力和態度 2.認識研究報告的格式與步驟 3.研究方法的介紹 4.資料收集與篩選、網路資源及工具書的使用 5.以數據處理的課程加深其科學技能
研究階段 (108/09/10~12/10)	1.訂立研究主題 2.研究報告的撰寫、編輯書面研究報告 3.辦理獨立研究發表會

## 第二階段 獨立研究階段

### 摘要

這次的實驗是：無磁力的相吸—喜瑞爾效應。是比較貼近生活的實驗，就連普通的早餐都會有此效應，例如：浮在牛奶上的麥片。看似毫無特殊的現象，卻蘊藏著很多的科學原理，並非是一般人會去留意的。

首先，我們選用了六種溶液，分別為：水、酒精、糖水、鹽水、沙拉油和洗碗精，各 100 ml，糖水 10%(P%)、鹽水 10%(P%)和洗碗精 3%(v/v)；物體則是三種不同形狀的紙片或保麗龍(圓形、正方形、三角形)。發現酒精浮力不足，遇到紙片就會沉下去，所以先排除了酒精。在溶液測試下發現，聚集率的表現能從吸著力的大小來聚集適合的浮體形狀，且不同形狀的浮體則會造成旁邊起伏不同，像立體三角形會造成液面下凹，球體則是液面上揚，而正方形不變。推測液面下凹使浮體兩側產生向浮體方向的力，使周圍浮體靠近聚集；液面上揚使浮體兩側產生推離浮體方向的力，使周圍浮體遠離。

浮體種類以材質的不同分為紙片和保麗龍兩類；以形狀的不同分為圓形、正方形和三角形三種，故探討六種不同的浮體在溶液中的分布情形。投入方式也分成「從中間投入」、「從杯緣投入」和「投入後攪拌」三種來模擬麥片投入牛奶中的各種情形，

本實驗的聚集率整體平均為 54.11%，並發現物體多在從溶液中間投入的聚集率最高，平均值為 69%，其中鹽水溶液的聚集率表現較佳，平均聚集率為 59%。浮體種類綜合比較後則由三角形紙片的聚集率表現最佳，平均聚集率高達 70%。



圖1-實驗示意圖



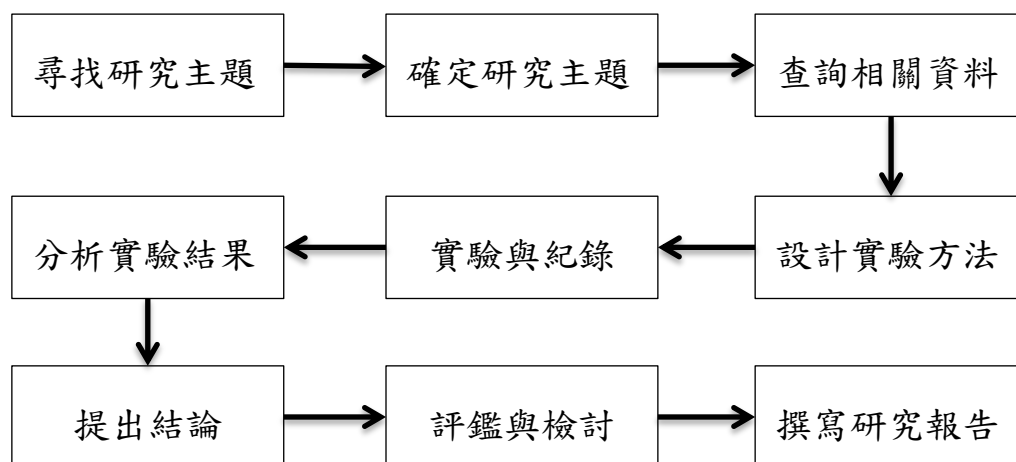
## 壹、 研究動機

每天早上起床，做的第一件事就是到廚房泡一杯牛奶。喝牛奶時。總會不經意地拿起身旁的麥片，小心翼翼的將它倒入杯中，再輕輕攪拌，不知不覺間，麥片彷彿被甚麼東西吸引住了一樣，慢慢的、緩緩地分散到杯緣，或聚集到杯子的中心，總使我產生滿滿的疑問。有時在泡茶時，除了聞到淡淡茶香，也能發現水中的泡沫不規則的移動，是會和其他泡沫相接在一起，還是會一一破開。不論怎麼攪拌，物體會集合起來，不禁讓人嘗試再嘗試，每次都能發現各種有趣的小事。這些生活中的小發現，成了我的一大樂趣。。

## 貳、 實驗問題

手工丸子或手工湯圓在鹽水和糖水中，是否會因為形狀與重量的不同而聚集或分散在不同種類的水中，故本實驗探討在不同種類的水中，浮體如何聚集或分散，操作變因有四個：溶液之表面張力、吸著力與不同形狀物體在不同的投入方式下的分布情形。

- 一、 探討不同浮體形狀在水中的分布情況
- 二、 探討不同浮體材質在水中的分布情況
- 三、 探討在不同溶液中浮體的分布情況
- 四、 探討不同投入方式對浮體在水中的分布情況
- 五、 探討溶液特性對浮體分布情況的影響



工作進度表：

	9月			10月			11月			12月		
文獻探討												
擬定問題												
記錄發現												
擬定計畫												
進行實驗												
撰寫報告												

浮體形狀與材質	溶液種類	投入方式			實驗組別
		從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌	
平面 圓形 紙片	純水	實驗數據1	實驗數據2	實驗數據3	第1組
	鹽水	實驗數據4	實驗數據5	實驗數據6	第2組
	糖水	實驗數據7	實驗數據8	實驗數據9	第3組
	泡泡水	實驗數據10	實驗數據11	實驗數據12	第4組
	沙拉油	實驗數據13	實驗數據14	實驗數據15	第5組
平面 正方形 紙片	純水	實驗數據16	實驗數據17	實驗數據18	第6組
	鹽水	實驗數據19	實驗數據20	實驗數據21	第7組
	糖水	實驗數據22	實驗數據23	實驗數據24	第8組
	泡泡水	實驗數據25	實驗數據26	實驗數據27	第9組
	沙拉油	實驗數據28	實驗數據29	實驗數據30	第10組
平面	純水	實驗數據31	實驗數據32	實驗數據33	第11組

三角形 紙片	鹽水	實驗數據34	實驗數據35	實驗數據36	第12組
	糖水	實驗數據37	實驗數據38	實驗數據39	第13組
	泡泡水	實驗數據40	實驗數據41	實驗數據42	第14組
	沙拉油	實驗數據43	實驗數據44	實驗數據45	第15組

表1-平面紙片實驗規劃

浮體形 狀與材 質	溶液種 類	投入方式			實驗組 別
		從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌	
球體 保麗龍	純水	實驗數據46	實驗數據47	實驗數據48	第16組
	鹽水	實驗數據49	實驗數據50	實驗數據51	第17組
	糖水	實驗數據52	實驗數據53	實驗數據54	第18組
	泡泡水	實驗數據55	實驗數據56	實驗數據57	第19組
	沙拉油	實驗數據58	實驗數據59	實驗數據60	第20組
正方體 保麗龍	純水	實驗數據61	實驗數據62	實驗數據63	第21組
	鹽水	實驗數據64	實驗數據65	實驗數據66	第22組
	糖水	實驗數據67	實驗數據68	實驗數據69	第23組
	泡泡水	實驗數據70	實驗數據71	實驗數據72	第24組
	沙拉油	實驗數據73	實驗數據74	實驗數據75	第25組
立體 三角形 紙片	純水	實驗數據76	實驗數據77	實驗數據78	第26組
	鹽水	實驗數據79	實驗數據80	實驗數據81	第27組
	糖水	實驗數據82	實驗數據83	實驗數據84	第28組
	泡泡水	實驗數據85	實驗數據86	實驗數據87	第29組
	沙拉油	實驗數據88	實驗數據89	實驗數據90	第30組

表2-立體紙片實驗規劃

溶液種類	表面張力	浮力	吸著力
純水	實驗數據91	實驗數據92	實驗數據93
鹽水	實驗數據94	實驗數據95	實驗數據96
糖水	實驗數據97	實驗數據98	實驗數據99
泡泡水	實驗數據100	實驗數據101	實驗數據102
沙拉油	實驗數據103	實驗數據104	實驗數據105
實驗組別	第31組	第32組	第33組

表3-溶液特性檢測實驗規劃

### 參、彙整文獻

本實驗以喜瑞爾效應為基礎，此效應是以早餐玉米片《喜瑞爾 Cerear》而命名，因為這個現象源於西方早餐常以麥片加入牛奶中，結果麥片經常會自動聚在一起或是靠到邊緣。原理包含了表面張力、浮力、吸著力等等，且與浮體形狀有密切的關係。

表面張力發生在液體與物體的接觸面，表面張力會因為液體不同而有所差異，表面張力也與物體重量有關，若將物體重量控制在最小限度內，則可觀察到水面微微下陷，但表面張力能促使液面盡可能維持平整，故上方物體能維持在液面上。

浮力指物體在液體或氣體中所受的力，浮力與物體及液體本身密度有關，兩者密度差越大，則物體所受密度越大，浮力亦與沒入體積有關，沒入體積越大，則物體所受密度越大。

吸著力指物質與周圍物質的相互吸引力，不同液體在垂直的細管中液面成下凹或上凸的狀況，此現象甚至可使液體克服地心引力而上升，例如：毛細現象。

浮體在溶液中因上述變因交互作用下，溶液在杯緣和物體的接觸面會產生液面上拉或下陷的狀況，其分布情況產生規律的現象。

## 肆、 資料分析

### 一、 實驗規劃

本實驗將研究 4 種變因：

(一)浮體形狀：平面圓形、平面正方形、平面三角形、球體、正方體和立體三角形，共 6 項。

所有浮體形狀在剪裁時以非常謹慎的方式，剪出幾乎相似的大小。

(二)浮體材質：紙片和保麗龍，共 2 項。

物體材質需能在多種溶液中漂浮，因此選用紙和保麗龍，但紙片容易應潤濕而下沉，解決辦法是提高實驗速度。

(三)溶液種類：純水、鹽水、糖水、泡泡水和沙拉油，共 5 項。

所選溶液種類需讓紙片和保麗龍漂浮在液面，故選擇了純水、糖水、鹽水、沙拉油和泡泡水，原定的酒精溶液因紙片在其中會下沉而刪去。對五種溶液進行 3 項與喜瑞爾效應有關的特性檢測。

1. 表面張力：影響浮體在液面的起伏。

2. 物體所受浮力：與物體重量有關。

3. 吸著力：影響浮體與浮體間的距離。







(四)投入方式：投入方式有三種，從中間投入、從杯緣投入和投入後攪拌，共 3 項。每組實驗均由同一人投入以減低誤差。













## 二、實驗藥品

			
水	適量	葡萄糖	一瓶
			
沙拉油	一瓶	食鹽	一瓶
			
洗碗精	一瓶	紅色墨水	一瓶

## (五) 實驗器材

			
燒杯	5 個	培養皿	5 個
			
秤藥紙	1 盒	10 元硬幣	5 個
			
電子天平	1 台	50ml 量筒	3 個

	
毛細管	5 個
	
藥勺	2 個
	
正方形紙片	10 個
	
三角形紙片	10 個
	
圓形紙片	10 個

	
玻棒	5 個
	
滴管	8 個
	
正方體保麗龍	10 個
	
三角形保麗龍	10 個
	
球體保麗龍	10 個

### 三、 研究流程

- (一)配置溶液：各 100 ml，糖水 10%(P%)、鹽水 10%(P%)  
和洗碗精 3%(v/v)
- (二)準備紙片(正方形、三角形、圓形)、保麗龍(正方形、三  
角形、圓形)
- (三)從容器正中央丟入紙片或保麗龍 10 枚，待水面靜止後  
拍照與紀錄聚集數量
- (四)將容器中 10 枚紙片或保麗龍攪拌，待水面靜止後拍照  
與紀錄聚集數量
- (五)從容器邊緣丟入紙片或保麗龍 10 枚，待水面靜止後拍  
照與紀錄聚集數量
- (六)重複上列動作並丟入不同形狀與材質的浮體
- (七)計算浮體在容器中的分布情形：

$$\text{聚集率} = \frac{\text{在容器聚集的數量}}{\text{總投入數量}} \times 100\%$$

- (八)表面張力：拿五個硬幣滴入各溶液，計算滴入溶液的數  
量(表面張力越大，能乘載的溶液滴量越大)
- (九)吸著力：將各溶液染色，垂直放入毛細管，紀錄上升的  
高度(單位：公分)
- (十)物體浮力：利用測量 20 個浮體來計算單一個浮體的平均  
重量(單位：公克)

## 伍、 實驗結果

### 一、 平面紙片數據表

浮體	溶液種類	從中間投入			從杯緣投入			投入後攪拌		
		中間	杯緣	聚集率	中間	杯緣	聚集率	中間	杯緣	聚集率
平面圓形紙片	純水	7	3	70%	1	9	10%	7	3	70%
	鹽水	6	4	60%	8	2	80%	6	4	60%
	糖水	7	3	70%	6	4	60%	0	0	沉
	泡泡水	0	10	0%	1	9	10%	0	10	0%
	沙拉油	8	2	80%	0	10	0%	0	0	沉
平面正方形紙片	純水	3	7	30%	0	10	0%	7	3	70%
	鹽水	8	2	80%	8	2	80%	1	9	10%
	糖水	7	3	70%	0	10	0%	2	8	20%
	泡泡水	10	0	100%	0	10	0%	3	7	30%
	沙拉油	10	0	100%	8	2	80%	0	10	0%
平面三角形紙片	純水	5	5	50%	10	0	100%	7	3	70%
	鹽水	10	0	100%	10	0	100%	1	9	10%
	糖水	8	2	80%	8	2	80%	8	2	80%
	泡泡水	9	1	90%	10	0	100%	10	0	10%
	沙拉油	10	0	100%	8	2	80%	0	0	沉

表4-第一組~第十五組：平面紙片之聚集率

二、 立體保麗龍數據表

浮體	溶液種類	從中間投入			從杯緣投入			投入後攪拌		
		中間	杯緣	聚集率	中間	杯緣	聚集率	中間	杯緣	聚集率
球體保麗龍	純水	8	2	80%	4	6	40%	3	7	30%
	鹽水	5	5	50%	5	5	50%	10	0	100%
	糖水	5	5	50%	4	6	40%	3	7	30%
	泡泡水	6	4	60%	4	6	40%	9	1	90%
	沙拉油	9	1	90%	3	7	30%	4	6	40%
正方體保麗龍	純水	3.5	6.5	35%	2.5	7.5	25%	9.5	0.5	95%
	鹽水	3	7	60%	3	7	30%	0	10	0%
	糖水	4.5	5.5	45%	3	7	30%	7	3	70%
	泡泡水	8.5	1.5	85%	9	1	90%	10	0	100%
	沙拉油	6	4	60%	7	3	70%	3	7	30%
平面三角形保麗龍	純水	9	1	90%	5	5	50%	10	0	100%
	鹽水	9	1	90%	5	5	50%	5	5	50%
	糖水	3	7	30%	6	4	60%	1	9	10%
	泡泡水	10	0	100%	3	7	30%	6	4	60%
	沙拉油	7	3	70%	10	0	100%	4	6	40%

表5-第十六組~第三十組：立體紙片之聚集率

三、 五種溶液特性檢測數據表

(一)表面張力(單位：滴)

溶液種類	實驗一	實驗二	實驗三	平均值
純水	49	64	54	55.67
鹽水	40	45	49	44.67
糖水	32	48	51	43.67
泡泡水	27	39	36	34.00
沙拉油	39	36	37	37.33

表6-第三十一組：五種溶液之表面張力檢測

(二)物體所受浮力(單位：克)

物體形狀 與材質	紙片			保麗龍		
	實驗一	實驗二	平均值	實驗一	實驗二	平均值
圓形	0.0015	0.0015	0.0015	0.016	0.0155	0.01575
正方形	0.0015	0.0010	0.00125	0.0235	0.001	0.01225
三角形	0.0035	0.0030	0.00325	0.011	0.012	0.0115

表7-第三十二組：物體在五種溶液所受浮力之檢測

(三)吸著力(單位：公分)

溶液種類	實驗一	實驗二	實驗三	平均值
純水	1.4	1.6	1.9	1.63
鹽水	1.1	1.6	1.5	1.4
糖水	1.3	1.1	1.2	1.2
泡泡水	1.1	1.2	1.3	1.2
沙拉油	1.3	1.2	1.3	1.267

表8-第三十三組：五種溶液之吸著力檢測

## 陸、 實驗討論

討論	對應實驗目的	
編號	實驗組別與數據	
一	目的一、探討不同浮體形狀在水中的分布情況 目的二、探討不同浮體材質在水中的分布情況	
	(一)圓形紙片：實驗 1~5 組 (二)正方形紙片：實驗 6 ~10 組 (三)三角形紙片：實驗 11 ~15 組	(四)球體保麗龍：實驗 16 ~20 組 (五)正方體保麗龍：實驗 21~25 組 (六)三角形保麗龍：實驗 26~30 組
二	目的三、探討在不同溶液中浮體的分布情況 (一)純水：數據編號 1、2、3、16、17、18、31、32、33、46、47、48、61、62、63、76、77、78 (二)鹽水：數據編號 4、5、6、19、20、21、34、35、36、49、50、51、64、65、66、79、80、81 (三)糖水：數據編號 7、8、9、22、23、24、37、38、39、52、53、54、67、68、69、82、83、84 (四)泡泡水：數據編號 10、11、12、25、26、27、40、41、42、55、56、57、70、71、72、85、86、87 (五)沙拉油：數據編號 13、14、15、28、29、30、43、44、45、58、59、60、73、74、75、88、89、90	
三	目的四、探討不同投入方式對浮體在水中的分布情況 (一)從中間投入：數據編號 1、4、7、10、13、16、19、22、25、28、31、34、37、40、43、46、49、52、55、58、61、64、67、70、73、76、79、82、86、88 (二)從杯緣投入：數據編號 2、5、8、11、14、17、	

	<p>20、23、26、29、32、35、38、41、44、47、50、53、56、59、62、65、68、71、74、77、80、83、87、89</p> <p>(三)投入後攪拌：數據編號 3、6、9、12、15、18、21、24、27、30、33、36、39、42、45、48、51、54、57、60、63、66、69、72、75、78、81、84、88、90</p>
四	目的五、探討溶液特性對浮體分布情況的影響
	<p>(一)表面張力：實驗第 31 組</p> <p>(二)浮力：實驗第 32 組</p> <p>(三)吸著力：實驗第 33 組</p>

表9-討論編號與對應實驗組別

一、 探討不同浮體形狀和材質在水中的分布情況

(一)探討圓形紙片在水中的分布情況

從實驗結果分析，圓形紙片從中間投入，聚集率較高，如表 10 所示。其中在鹽水溶液中以三種不同投入方式皆有較高的聚集率，高於總平均 13.11%，達到 67%的聚集率、泡泡水的溶液聚集率極低，若欲使平面圓形物體聚集適合從投入鹽水中，如圖 2 所示。

圓形紙片的分布情況

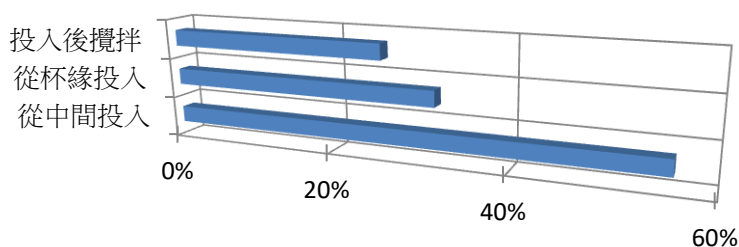


圖2-圓形紙片在水中的分布情況

(■：平均聚集率)



溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	50%	67%	43%	3%	27%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌	總平均	
平均聚集率	56%	32%	26%	38%	

表10-圓形紙片的平均聚集率

(二)探討正方形紙片在水中的分布情況

從實驗結果分析，正方形紙片從中間投入，聚集率較高，如圖 3 所示。其中在鹽水和沙拉油這兩種溶液中有較高的聚集率，如表 11 所示。

正方形紙片的分布情況

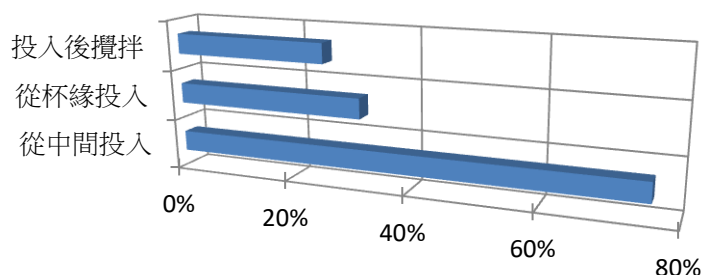


圖3-正方形紙片在水中的分布情況

(■：平均聚集率)

溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	33%	57%	30%	43%	60%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌	總平均	
平均聚集率	76%	32%	26%	45%	

表11-正方形紙片的平均聚集率

### (三)探討三角形紙片在水中的分布情況

從實驗結果分析，三角形紙片投入後攪拌，聚集率最差。各溶液的平均聚集率表現都在 50% 以上，其中在糖水與鹽水溶液中有較高的聚集率，如圖 4 所示。

#### 三角形紙片的分布情況

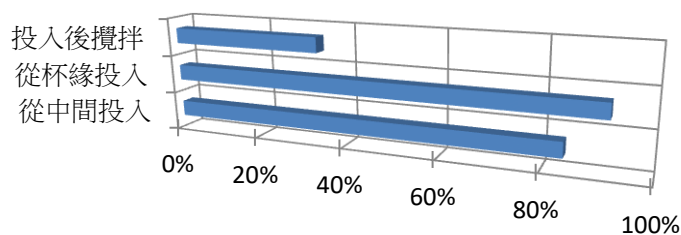


圖4-三角形紙片在水中的分布情況

(■：平均聚集率)

溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	73%	70%	80%	67%	60%
投入方式	從中間投入		從杯緣投入	投入後攪拌	總平均
平均聚集率	84%		92%	34%	70%

表12-三角形紙片的平均聚集率

### (四)探討球體保麗龍在水中的分布情況

從實驗結果分析，球體保麗龍從中間投入，聚集率最高。其中在鹽水和泡泡水溶液中有較高的聚集率，如圖 5 所示。

#### 球體保麗龍的分布情況

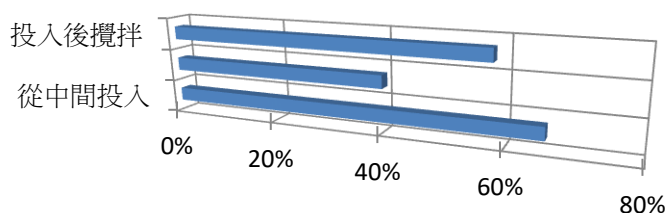


圖5-球體保麗龍在水中的分布情況

(■：平均聚集率)

溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	50%	67%	40%	63%	53%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌	總平均	
平均聚集率	66%	40%	58%	55%	

表13-球體保麗龍的平均聚集率

(五)探討正方體保麗龍在水中的分布情況

從實驗結果分析，正方體保麗龍以各種投入方式的聚集率均在 50% 上下。其中在泡泡水溶液中有較高的聚集率，如圖 6 所示。

正方形保麗龍分布情況

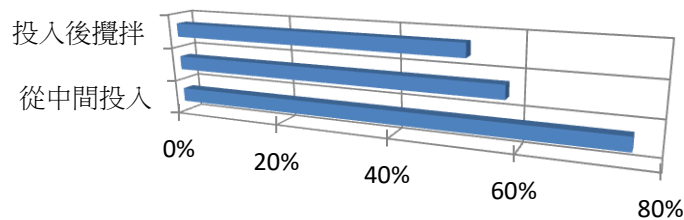


圖6-正方體保麗龍在水中的分布情況

(■：平均聚集率)

溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	52%	30%	48%	92%	53%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌	總平均	
平均聚集率	57%	49%	59%	55%	

表14-正方體保麗龍的平均聚集率

(六)探討三角形保麗龍在水中的分布情況

從實驗結果分析，三角形從中間投入，聚集率較高。其中在純水溶液中有較高的聚集率，如圖 7 所示。

## 三角形保麗龍分布情況

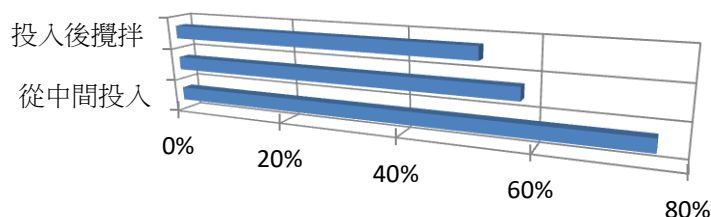


圖7-三角形保麗龍在水中的分布情況

(■：平均聚集率)

溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	80%	63%	33%	63%	70%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌	總平均	
平均聚集率	76%	58%	52%	62%	

表15-三角形保麗龍的平均聚集率

## 二、 探討在不同溶液中浮體的分布情況

### (一) 探討在純水中浮體的分布情況

從實驗結果分析，在純水溶液中將浮體投入後攪拌，聚集率較高。其中以三角形浮體有較高的聚集率，從杯緣投入之聚集率則未達 50%，如圖 8 所示。

## 在純水中的分布情況

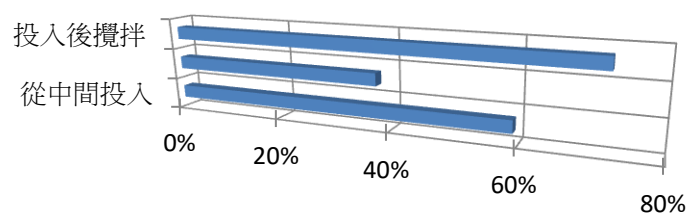


圖8-浮體在純水中的分布情況

(■：平均聚集率)

材質	紙片		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	50%	33%	73%
材質	保麗龍		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	50%	52%	80%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌
平均聚集率	59%	38%	73%

表16-浮體在純水中的平均聚集率

## (二)探討在鹽水中浮體的分布情況

從實驗結果分析，方型立體狀物體聚集率最低，其他形狀的浮體均高於 50%。

在鹽水溶液中將浮體從中間投入，聚集率較高。以紙片材質的浮體有較高的聚集率，如圖 9 所示。

### 在鹽水中的分布情況

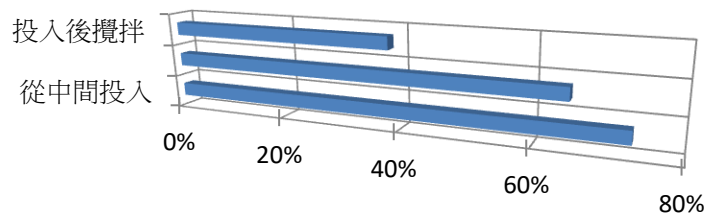


圖9-浮體在鹽水中的分布情況

(■：平均聚集率)

材質	紙片		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	67%	57%	70%
材質	保麗龍		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	67%	30%	63%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌
平均聚集率	73%	65%	38%

表17-浮體在鹽水中的平均聚集率

### (三)探討在糖水中浮體的分布情況

從實驗結果分析，在糖水溶液中將浮體從中間投入，紙片較保麗龍的聚集率較高，其中以三角形紙片浮體有較高的聚集率，如圖 10 所示。

### 在糖水中的分布情況

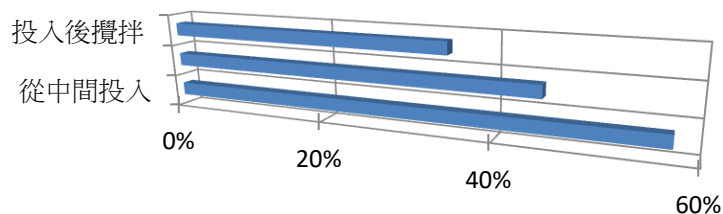


圖10-浮體在糖水中的分布情況

(■：平均聚集率)

材質	紙片		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	43%	30%	80%
材質	保麗龍		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	40%	48%	33%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌
平均聚集率	58%	45%	35%

表18-浮體在糖水中的平均聚集率

#### (四)探討在泡泡水中浮體的分布情況

從實驗結果分析，在泡泡水溶液中將浮體從中間投入，聚集率較高。其中立體形浮體以正方形有較高的聚集率，平面浮體以三角形有較高的聚集率，圓形紙片聚集率極低，如圖11所示。

### 在泡泡水中的分布情況

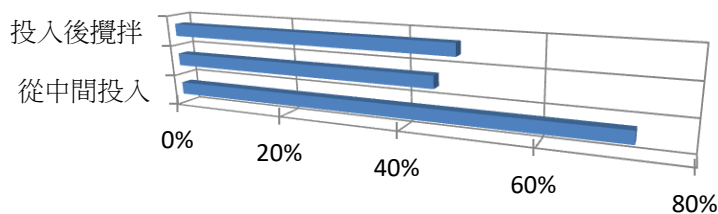


圖11-浮體在泡泡水中的分布情況

(■：平均聚集率)

材質	紙片		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	3%	43%	67%
材質	保麗龍		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	63%	92%	63%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌
平均聚集率	73%	45%	48%

表19-浮體在泡泡水中的平均聚集率

(五)探討在沙拉油中浮體的分布情況

從實驗結果分析，在沙拉油溶液中將浮體從中間投入，聚集率較高，投入後攪拌的聚集率皆偏低。其中以三角形浮體有較高的聚集率，如圖 12 所示。

在沙拉油中的分布情況

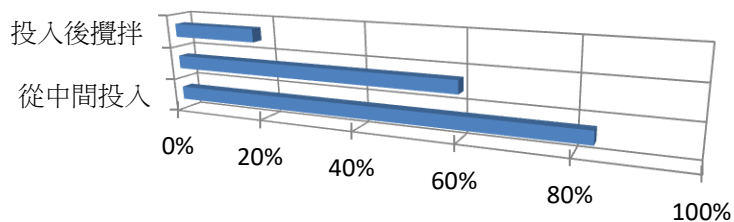


圖12-浮體在沙拉油中的分布情況

(■：平均聚集率)



材質	紙片		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	27%	60%	60%
材質	保麗龍		
形狀	圓形	正方形	三角形
平均聚集率	53%	53%	70%
投入方式	從中間投入	從杯緣投入	投入後攪拌
平均聚集率	83%	60%	18%

表20-浮體在沙拉油中的平均聚集率

### 三、 探討不同投入方式對浮體在水中的分布情況

#### (一)探討從中間投入對浮體在水中的分布情況

從實驗結果分析，將浮體從中間投入沙拉油中，聚集率較高。任何浮體種類的聚集率均在50%以上，其中以三角形紙片和三角形保麗龍有較高的聚集率，如圖13所示。

#### 從中間投入的分布情況

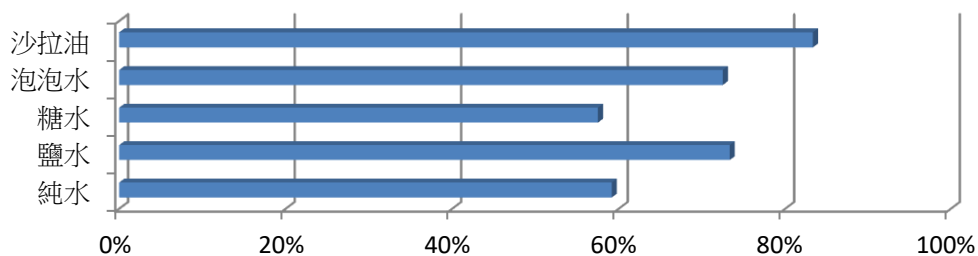


圖13-浮體從中間投入的分布情況

(■：平均聚集率)

溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	59%	73%	58%	73%	83%
浮體種類	圓形紙片	正方形紙片	三角形紙片	紙片	
平均聚集率	56%	76%	84%	72%	
浮體種類	球體保麗龍	正方體保麗龍	三角形保麗龍	保麗龍	
平均聚集率	66%	57%	76%	66%	

表21-浮體從中間投入的平均聚集率

(二)探討從杯緣投入對浮體在水中的分布情況

從實驗結果分析，將浮體從杯緣投入三角形紙片的聚集率最高，在鹽水的聚集率最高。正方形紙片和圓形紙片除了在特定溶液中聚集率較高外，其餘溶液皆偏低，如圖 14 所示。

從杯緣投入的分布情況

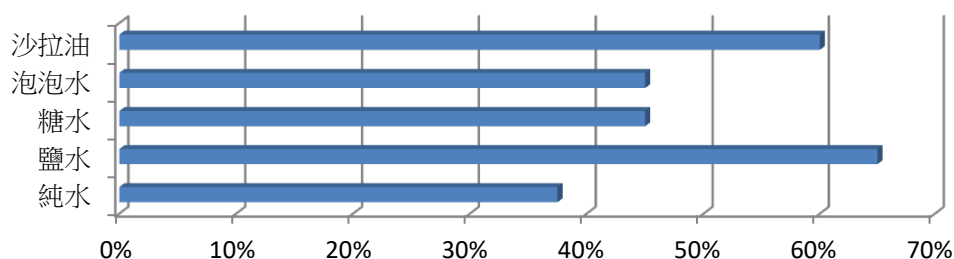


圖14-浮體從杯緣投入的分布情況

(■：平均聚集率)

溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	38%	65%	45%	45%	60%
浮體種類	圓形紙片	正方形紙片	三角形紙片	紙片	
平均聚集率	32%	32%	92%	52%	
浮體種類	球體保麗龍	正方體保麗龍	三角形保麗龍	保麗龍	
平均聚集率	40%	49%	58%	49%	

表22-浮體從杯緣投入的平均聚集率

### (三)探討投入後攪拌對浮體在水中的分布情況

從實驗結果分析，將浮體投入純水後攪拌，聚集率較高，如表 23 所示。保麗龍材質的浮體其聚集率表現較紙片材質的高，如圖 15 所示。

### 投入後攪拌的分布情況

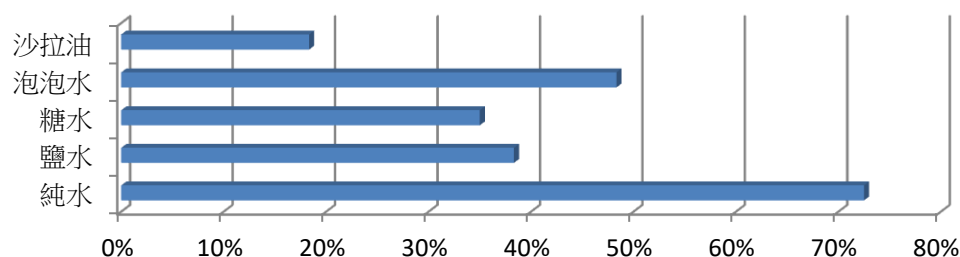


圖15-浮體投入後攪拌的分布情況

(■：平均聚集率)

溶液種類	純水	鹽水	糖水	泡泡水	沙拉油
平均聚集率	73%	38%	35%	48%	18%
浮體種類	圓形紙片	正方形紙片	三角形紙片	紙片	
平均聚集率	26%	26%	35%	29%	
浮體種類	球體保麗龍	正方體保麗龍	三角形保麗龍	保麗龍	
平均聚集率	58%	59%	52%	56%	

表23-浮體投入後攪拌的平均聚集率

### 四、 探討溶液特性對浮體分布情況的影響

#### (一)探討溶液表面張力對浮體分布情況的影響

經實驗測試，純水的表面張力最高，泡泡水內含有界面活性劑，因此表面張力最低，如圖 16 所示。表面張力高能有效地支撐浮體，故推測純水、鹽水等溶液在聚集率的表現上較為亮眼。

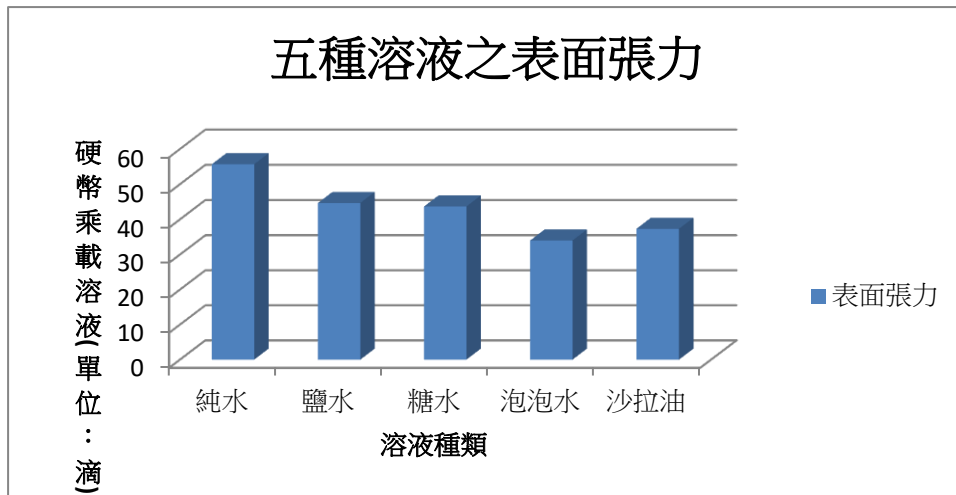


圖16-五種溶液之表面張力

(■：表面張力)

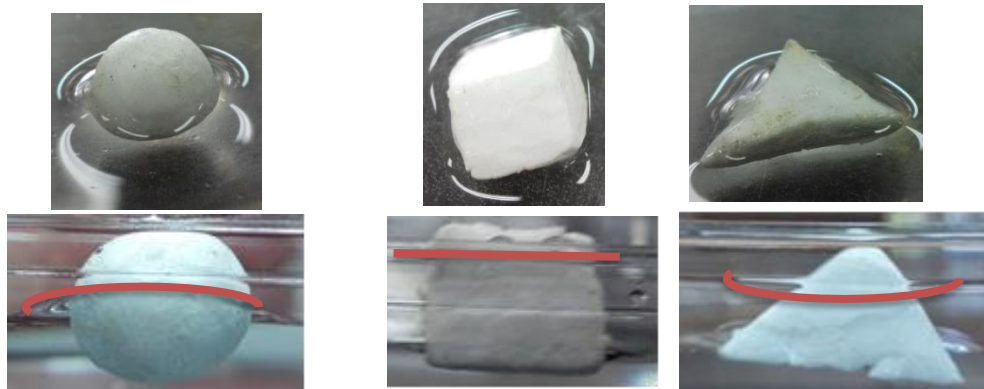


圖17-立體形狀浮體對液面的改變

#### (二) 探討浮力對浮體分布情況的影響

經實驗測試，保麗龍材質所受浮力較高，紙片材質所受浮力較低，如圖 18 所示。浮體所受重力與浮力達到靜力平衡，使得浮體能在液面上漂浮，不同立體形狀的浮體，造成旁邊起伏不同，像立體三角形會造成液面下凹，球體則是液面上揚，而正方形不變。推測液面下凹使浮體兩側產生向浮體方向的力，使周圍浮體靠近聚集；液面上揚使浮體兩側產生推離浮體方向的力，使周圍浮體遠離。

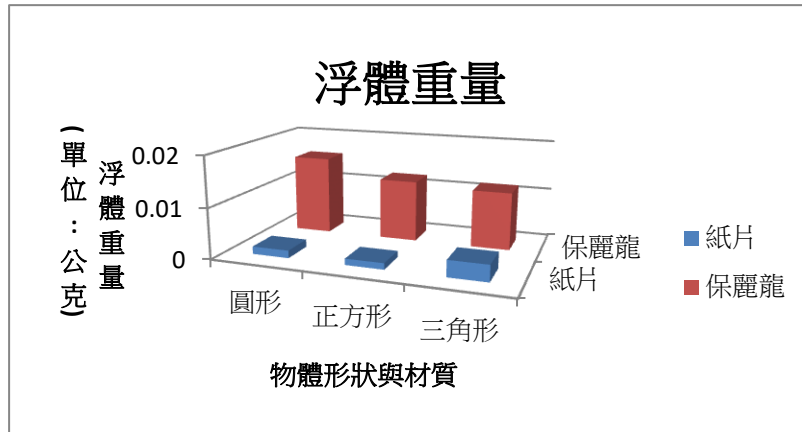


圖18-不同材質與形狀的浮體重量

(■：紙片，■：保麗龍)

### (三)探討吸著力對浮體分布情況的影響

經實驗測試，純水的吸著力最高，泡泡水和糖水的吸著力最低。歸納數據後發現純水的高吸著力能使鈍形浮體產生良好的聚集效果，如圖 19 所示。

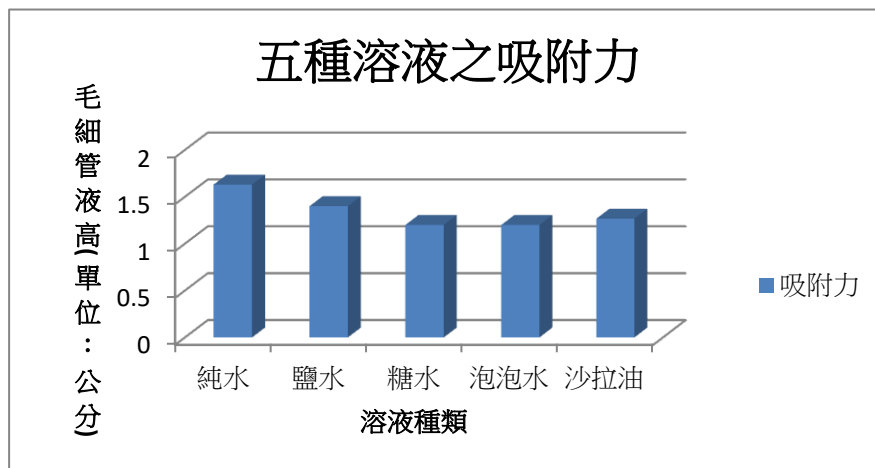


圖19-五種溶液之吸著力

(■：吸著力)

## 柒、 結論

本實驗的聚集率整體平均為 54.11%，浮體的形狀若為平面，聚集率平均為 51%，立體形狀的聚集率平均為 57%，實驗後發現物體多在從溶液中間投入的聚集率最高，平均值為 69%，其中鹽水溶液的聚集率表現較佳，平均聚集率為 59%。浮體種類綜合比較後則由三角形紙片的聚集率表現最佳，平均聚集率高達 70%。經實驗可得以下結論，聚集率的表現與溶液的表面張力和浮體形狀有關。推測液面下凹使浮體兩側產生向浮體方向的力，使周圍浮體靠近聚集；液面上揚使浮體兩側產生推離浮體方向的力，使周圍浮體遠離，故在表面張力高的純水與鹽水中，投入能使液面下凹的三角形浮體，最容易聚集。

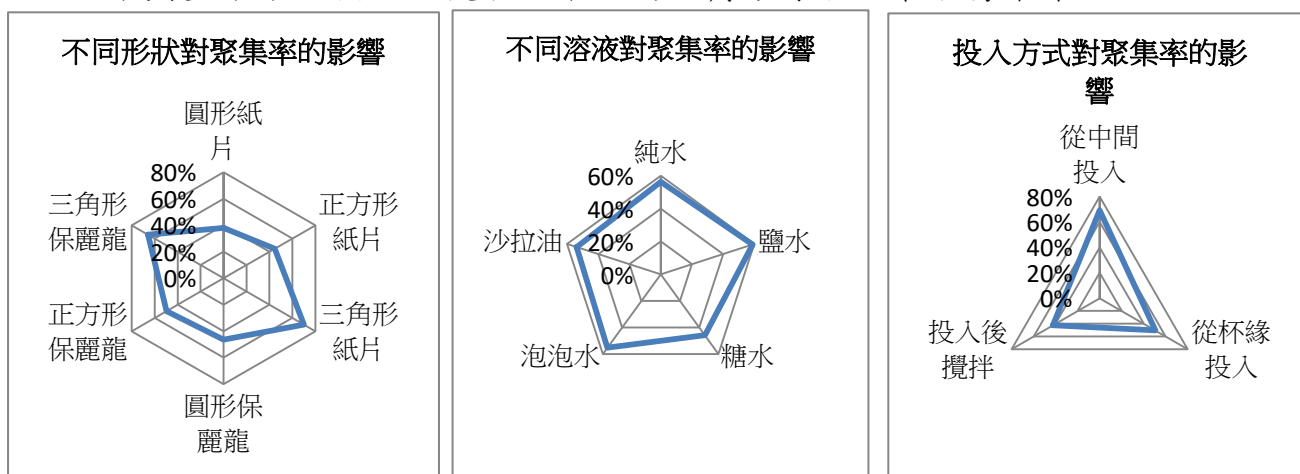


圖20-不同條件對聚集率之影響

## 捌、 評鑑與檢討

- 一、在國中課程中為包含表面張力與吸著力，故在過程中，收集資料了解其內涵與測量方法並與老師討論。
- 二、因組員中有兩位國一生，故在配置濃度前由國二同學先指導國一生濃度計算與配置方法。
- 三、聚集率的公式在資料收集時，查無相關文獻可參考，故在經討論後將聚集率訂為聚集數除以總數乘以 100%。
- 四、探討實驗成果時，以浮力、表面張力和吸著力來討論，在溶液種類中發現鹽水的表現皆非常亮眼，也使得物體在鹽水中的聚集率較高。

## 玖、 參考文獻

1. 國立台中教育大學—科學遊戲實驗室：喜瑞爾效應—圖釘、竹筷在水上追逐的趣味實驗！
2. 國立中央大學物理系—中大科教：餐桌物理學—喜瑞爾效應
3. 麥片聚落—探討喜瑞爾效應，私立立人高中 柯瑞龍老師、林姿妤、林宥均、蕭筑云
4. 跟著鄭大師玩科學。親子活動（四十八）喜瑞爾效應遊戲
5. Singh, P., & Joseoh, D. D. (2005). Fluid dynamics of floating particles. *Journal of Fluid Mechanics*, 530, 331-80.
6. Vella, D., & Mahadevan, L. (2005). The Cheerios effect. *American Journal of Physics*, 73(9), 817–825.
7. 維基百科