

有趣的遊戲～比一比誰大！

初小組物理科第三名

台北市雨聲國小

作者：丘佩文、黃耀鋒
簡竹君

指導教師：楊美齡、許淑玲

一、研究動機

我到荷花池旁玩時，老愛捧水往荷葉上潑，看一粒粒透明的水珠在荷葉上滾來滾去，真好玩。但爲什麼會有這麼奇妙的現象呢？有一次我逮著了機會請教老師，老師回答說這是由於表面張力的關係，同時也介紹我看一些有關表面張力的書，我愈看愈覺有趣，便決心好好研究這個問題。

二、研究目的

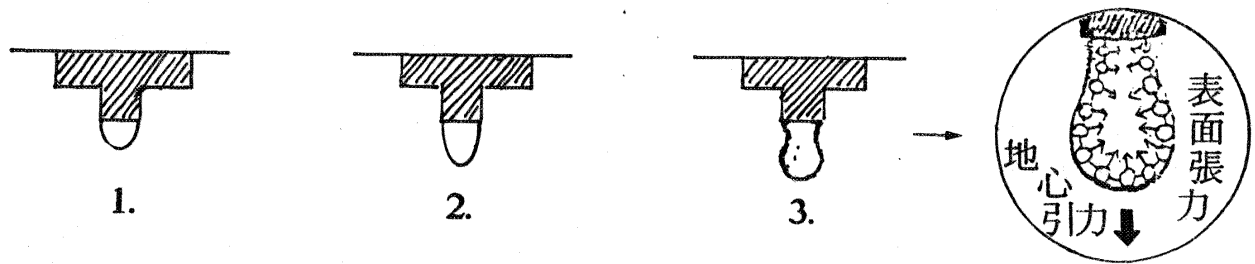
- (一)各種液體表面張力的大小一樣嗎？
- (二)溫度會影響液體表面張力的大小嗎？
- (三)溶液的濃度會影響其表面張力的大小嗎？
- (四)清潔劑會減低液體的表面張力嗎？
- (五)有趣的表面張力遊戲。

三、研究設備器材

- (一) 1. 電動天平（精確到 0.01 克） 2. 冰箱
- (二) 1. 5 cc 眼藥水瓶 50 個 2. 注射針筒 10 支
- (三) 1. 燒杯（50 公撮、100 公撮） 2. 量筒（50 公撮）
- (四) 1. 酒精燈 2. 三角架 3. 石棉心網
- (五) 1. 蒸餾水 2. 糖 3. 鹽 4. 肥皂 5. 沙拉脫 6. 去污粉
7. 甘油 8. 沙拉油 9. 酒精 10. 苯 11. 水銀

四、研究過程

我們觀察到，不僅荷葉上的水珠成圓球狀，屋簷上沿下滴的水滴也會凝聚成近圓球狀，直到水滴重量大得承受不住了，才往下滴，所以我們想到表面張力愈大的液體一定愈能將液體凝聚到最大最重才滴下來。因此我們以眼藥水瓶所滴下 100 滴的液重來比較各液體表面張力的大小。



圖一 眼藥滴瓶的瓶滴圖

※當液滴重量大到受地心引力超過其表面張力時，液滴落下。

實驗一：各種液體表面張力的大小一樣嗎？

方法：1.用注射針筒分別抽取各液體，注入各眼藥瓶中。

2.每種液體各滴 100 滴於各燒杯中，再以電動天平稱重量。
 。每種液體由 3 人輪流操作，每種液體各做 5 次，再求取平均值。

結果：

表一 室溫下各液體 100 滴的重量

室溫：21℃

液體名 100滴液重 次別 (克)	純水	糖水 (10%)	鹽水 (10%)	溶去 污 液粉	沙 拉 脫	甘 油	沙 拉 油	酒 精	苯	水 銀
1	4.06	4.29	4.36	2.32	2.24	3.97	2.76	2.01	2.15	25.93
2	4.14	4.34	4.66	2.30	2.44	3.95	2.95	1.83	1.96	25.28
3	4.21	4.24	4.55	2.41	2.41	4.01	2.97	1.92	1.93	26.77
4	4.11	4.36	4.51	2.49	2.49	4.16	2.97	1.88	1.99	24.28
5	4.13	4.35	4.62	2.37	2.37	4.04	2.99	1.83	2.14	27.79
平均重	4.13	4.32	4.54	2.38	2.42	4.03	2.93	1.91	2.03	26.01

發現：1.水銀的表面張力最大，它非常重。在實驗中發現，由於表面張力很大，水銀顆粒都是一粒一粒的小圓形，而且不容易破壞呢！

2.純水中溶入了糖或鹽後，表面張力變大；而溶了去污粉後，表面張力變小了。

3.這 10 種液體中，以酒精和苯的表面張力最小。實驗中也發現這兩種液體都很容易揮發，所以我們推想液體是否容易揮發，可能跟它表面張力的大小有關。

實驗二：溫度會影響液體表面張力的大小嗎？

方法：1.取蒸餾水、甘油、沙拉脫、酒精各 50 公撮放入冰箱冷却至溫度下降到 0°C 再取出，如實驗一的方法進行實驗。

2.取蒸餾水、甘油、沙拉脫、酒精各 100 公撮，利用酒精燈加熱，及至 60°C 及 100°C 時，各停止加溫，如同實驗一的方法實驗。

結果：

表二 不同溫度時 100 滴的液重

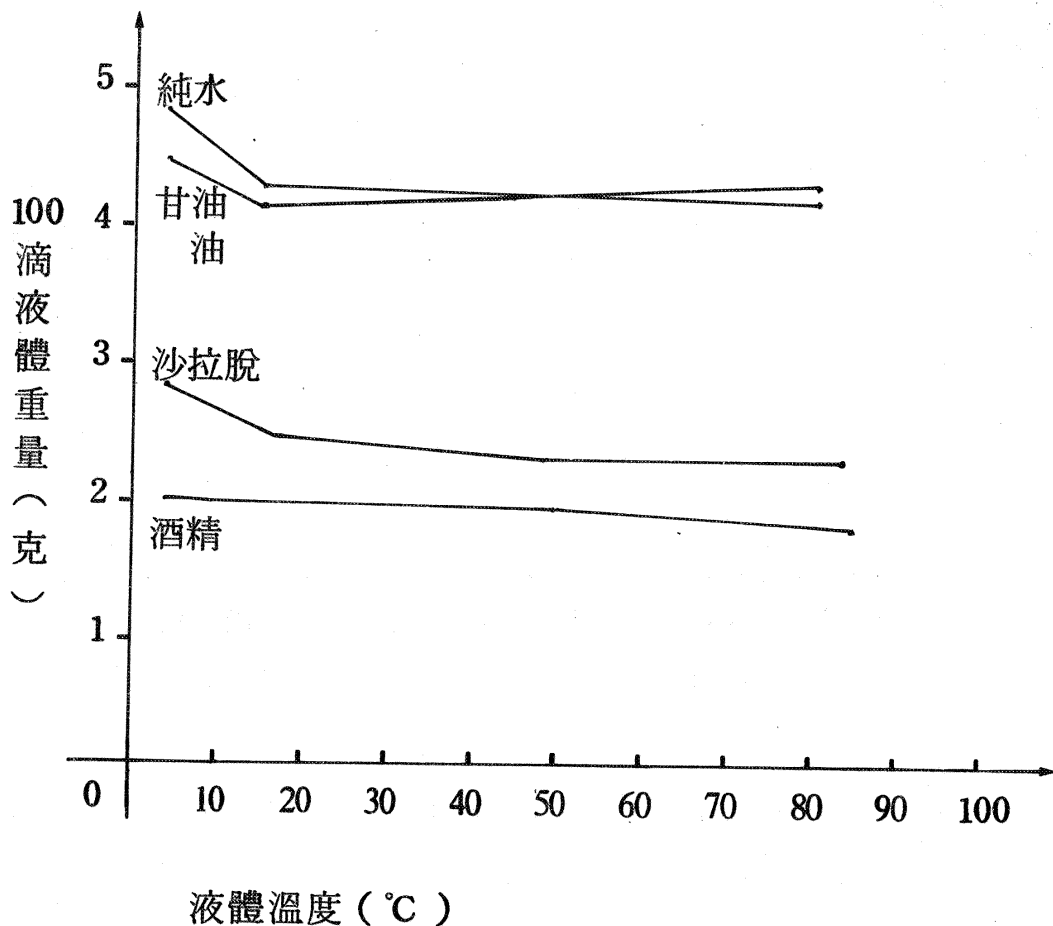
室溫：21°C

液體名 溫度 100 滴重 (克) 次別	純 水				甘 油				沙 拉 脫				酒 精			
	0° 10°C	室 溫	40° 60°C	70° 100°C	0° 10°C	室 溫	40° 60°C	70° 100°C	0° 10°C	室 溫	40° 60°C	70° 100°C	0° 10°C	室 溫	40° 60°C	70° 100°C
1	4.99	4.06	4.05	3.66	4.50	3.97	3.98	3.79	2.88	2.24	2.19	2.11	1.95	2.01	1.84	1.57
2	4.93	4.14	3.92	3.93	4.31	3.95	4.00	3.83	2.78	2.44	2.25	1.98	2.03	1.83	1.78	1.55
3	4.72	4.21	3.95	3.81	4.52	4.01	3.89	3.76	2.79	2.41	2.16	2.09	2.05	1.92	1.88	1.62
4	4.77	4.11	3.96	3.72	4.41	4.16	3.85	3.82	2.72	2.49	2.23	2.11	1.92	1.88	1.90	1.69
5	4.60	4.13	3.92	3.65	4.41	4.04	3.94	3.69	2.84	2.37	2.08	2.06	1.90	1.83	1.87	1.58
平均重	4.80	4.13	3.96	3.75	4.43	4.03	3.93	3.78	2.80	2.42	2.17	2.07	1.97	1.91	1.86	1.60

※沙拉脫約在 89°C，酒精約在 78°C 時，雖然繼續加熱，但溫度却不再往上升了。

- 發現：
1. 我們從表及圖中可以看出液體的表面張力均隨溫度的升高而減少。
 2. 水在常溫以下的溫度時，表面張力比同溫度的甘油高出頗多；但溫度同時升高後，水的表面張力却降低得比甘油快，以至兩者張力差不多一樣大。推測可能雖然兩者同溫度，但水却較接近其沸點的緣故。
 3. 甘油在室溫時呈黏稠狀態，一加熱却變稀了，而放冰箱冷卻則會變得更黏又稠（沙拉脫亦有此現象，但較不明顯）。所以我們想可能是熱破壞了它們分子間的吸引力，而冷增強了其分子間引力的關係。

圖一 不同溫度下表面張力的變化圖



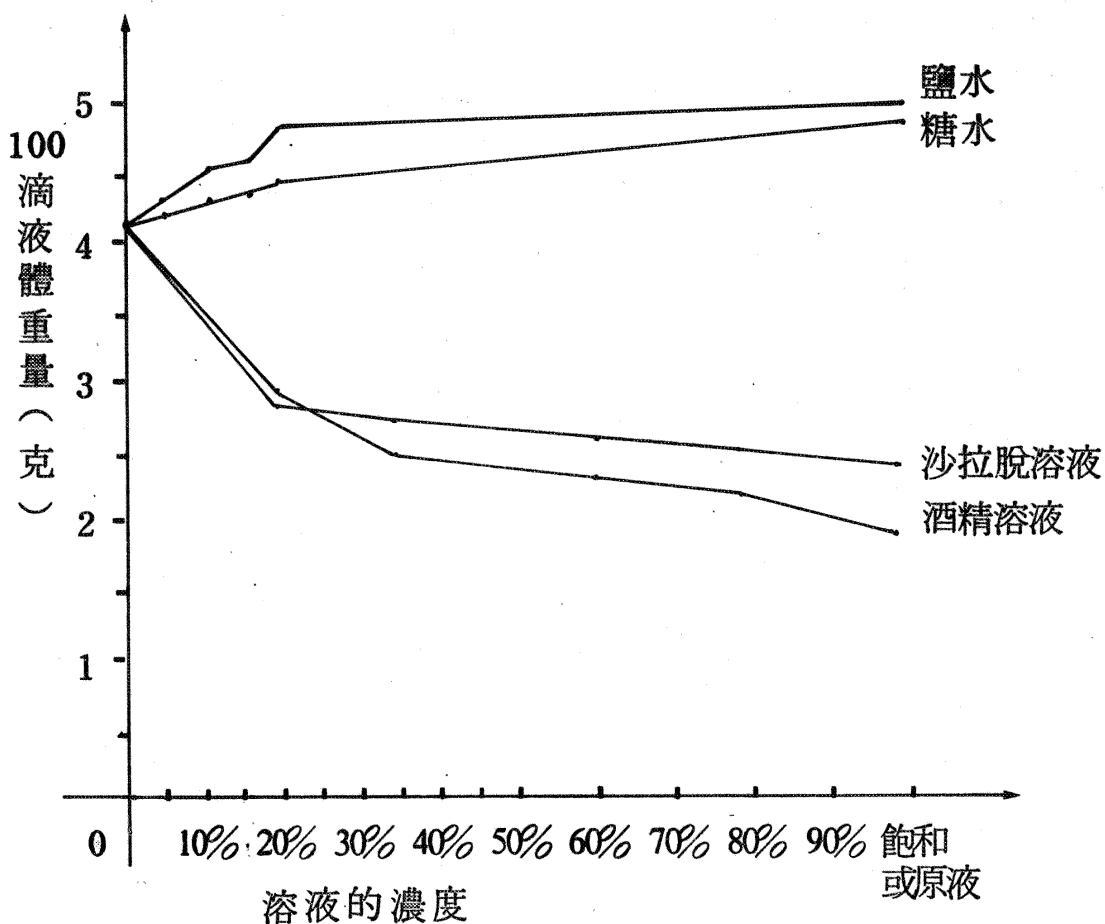
實驗三：溶液的濃度會影響其表面張力的大小嗎？

方法：1.將鹽、糖分別調配成5%、10%、15%、20%、飽和等五種水溶液。

2.將藥用酒精、沙拉脫分別調配成20%、40%、60%、80%及原液等五種水溶液。

結果：

圖二 液體濃度不同時表面張力變化圖



- 發現：
- 1.由圖二可知，鹽水及糖水的表面張力隨其濃度升高而增大，至其飽和溶液時表面張力為最大。
 - 2.反之，酒精及沙拉脫溶液的表面張力隨其濃度的升高而減小，其原液的表面張力為最小。
 - 3.對照實驗一的結果發現鹽水與糖水的表面張力原就較純水大，所以鹽水、糖水濃度愈高，表面張力愈大；

而沙拉脫與酒精的表面張力原就較純水小，所以沙拉脫、酒精的濃度愈高，其表面張力反變小了。故對可互相溶解的液體來說，它們的表面張力可能有彼此平均的關係。

實驗四：清潔劑會減低液體的表面張力嗎？

方法：1.取蒸餾水、甘油、酒精各 50 公撮，分別加入 1.5 克的沙拉脫，同此方法再做二份，但加入物質改爲肥皂、去污粉。

2.其餘步驟同實驗一的方法。

結果：

表三 加入清潔劑時 100 滴的液重

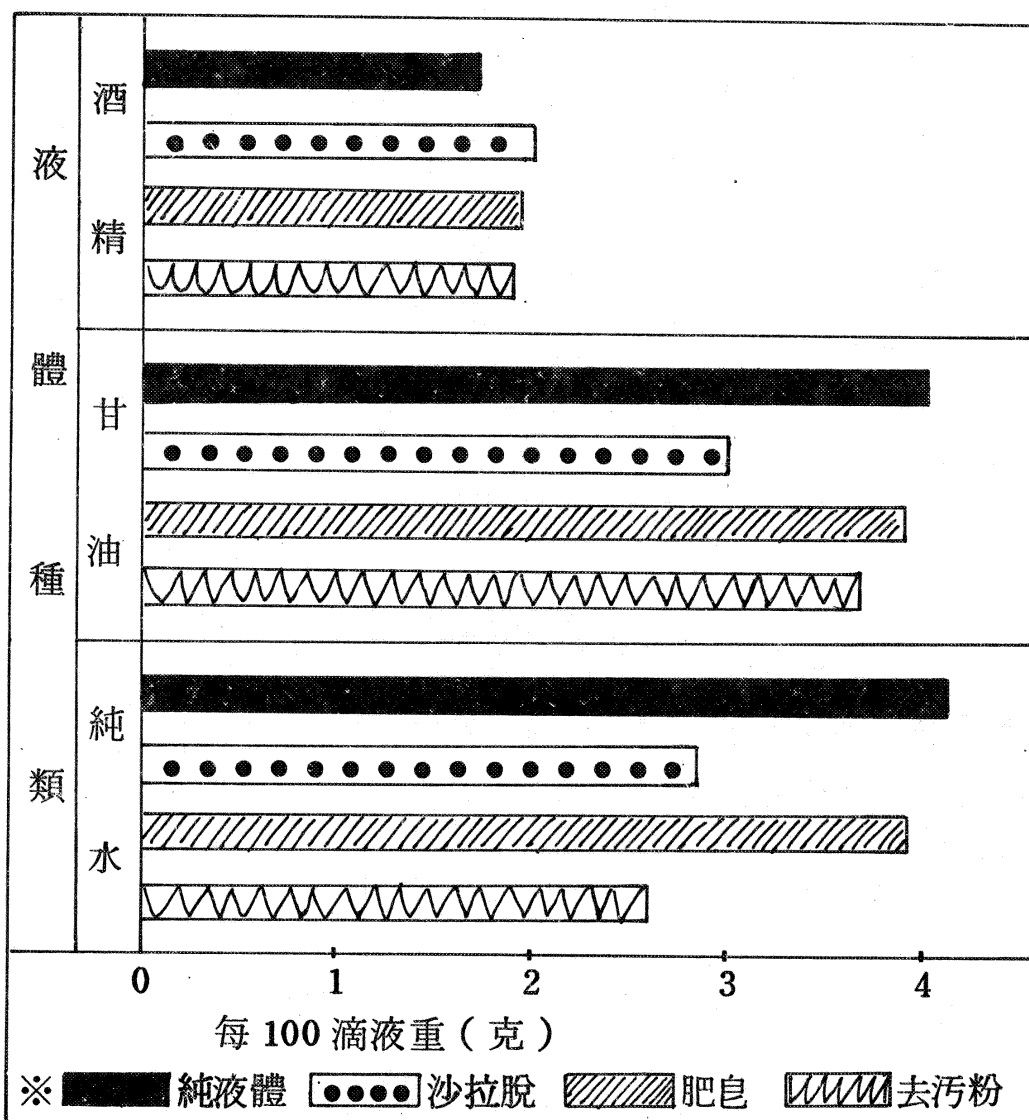
室溫：21°C

次別	液體名 原來表面張力 加入清潔劑 100 滴液重 (克)	純 水			甘 油			酒 精		
		4.13			4.03			1.91		
		沙拉脫	肥皂	去污粉	沙拉脫	肥皂	去污粉	沙拉脫	肥皂	去污粉
1		2.78	3.80	2.52	2.80	3.88	3.65	2.05	2.04	1.92
2		2.94	3.81	2.49	3.00	3.90	3.67	2.00	2.10	2.03
3		3.01	3.93	2.63	3.23	3.96	3.57	2.14	1.93	2.21
4		2.55	3.95	2.80	3.10	3.84	3.55	2.23	2.07	1.92
5		2.91	3.88	2.49	2.97	3.83	3.52	2.04	2.12	2.01
平均重		2.84	3.87	2.59	3.02	3.88	3.59	2.09	2.05	2.02

發現：1.由表三及圖三中可以看出加入清潔劑會降低純水及甘油的表面張力，但對酒精原本表面張力就很低，不發生作用。

2.清潔劑可能會破壞液體表面分子間的吸引力，才使其表面張力變小了。

圖三 加入清潔劑之液體表面張力變化圖



實驗五：有趣的表面張力遊戲

遊戲(一) 拔河比賽

方法：1. 在方形盤中倒入清水（最好加入幾滴顏料，以利觀察）。

2. 倒入些許酒精於盤中央水面。

結果：盤底中央液體被往四面拉走，使盤底中央幾乎呈乾燥現象。

原理：從實驗一的結果可知純水的表面張力比酒精大很多，因此會帶著酒精及含有酒精的水面向四面八方拉開，其他表面張力差異多的液體間也會有這種現象。

遊戲(二) 自動旋轉蛇，迷你船開航。

方法：1.設計好紙片蛇，並留一缺口夾肥皂片，設計迷你船亦同。

2.在方形盤中倒入純水，再將紙蛇或紙船放入盤中。

結果：紙蛇會自動旋轉，迷你船會背向夾肥皂片的方向開航。

原理：這是利用實驗四的結果。清潔劑會減低液體表面張力原理做成的遊戲。因為肥皂片破壞了部分純水的表面張力，而使紙片被表面張力較大的另一方拉過去。

遊戲(三) 浮水畫

方法：1.在方形盤中倒入純水。

2.用毛筆沾墨後，再沾沙拉油，然後在盤中水面上畫圖。

3.把宣紙平置水面約半分鐘，再拿出晾乾。

結果：宣紙上印出了美麗的圖案。

原理：從實驗一可知沙拉油的表面張力遠比水小，攻不破水的表面張力防線，故沾油的墨會浮於水面，可用紙吸印。

五、討 論

(一)液滴的重量可用來測量它表面張力的大小，但考慮到真正使液體往下滴的力量是液滴的重量，所以用測重量的方式。

(二)實驗時要注意讓滴瓶垂直倒立，且擠壓滴瓶時手只能適度用力，讓液體在瓶口凝聚成最大滴時自然落下，這樣能減小誤差。

(三)清潔劑會降低液體表面張力的特性，推測可能和它之所以被拿來做清潔用途的功用有關，不過這點還有待以後深入研究，才能了解清楚。

(四)實驗中，我們發現可以應用表面張力的原理做很多遊戲，如使夾著肥皂片的迷你船開航，自動旋轉蛇，水銀溜滑梯、拔河比賽，浮水畫等，使我們做起實驗來更加有樂趣。

六、結 論

- (一)室溫下各種液體表面張力的大小各不相同。所實驗的液體中，以水銀的表面張力最大，鹽水、糖水及純水次之；而以酒精、苯這兩種具揮發性的液體表面張力最小。
- (二)液體的表面張力會隨溫度的增加而變小。
- (三)溶液的濃度會影響到液體表面張力的大小。對表面張力原比純水大的液體（如糖水、鹽水）來說，表面張力隨其濃度的升高而變大；對表面張力原比純水小的液體（如酒精、沙拉脫）來說，表面張力隨其濃度的升高而減小。
- (四)清潔劑會降低液體（如純水、甘油）的表面張力，但對原本表面張力很小的液體（如酒精）則沒有此作用。

七、參考資料

- (一)小牛頓雜誌第 5、6、26 期（小牛頓雜誌社）
- (二)小牛頓文庫—科學遊戲（小牛頓雜誌社）
- (三)肥皂泡的成因（商務印書館）
- (四)追根究底大全—物理常識（欣大出版社）

評 語

- 1.以淺易的方式研究液體表面張力以及溫度，溶質對表面張力之影響，結論正確。
- 2.表達清晰。