

神奇的sk II 面膜液體表面張力的研究

國中組：第二名

縣市：台北市

校名：民生國中

作者：洪兆屏、楊若華、何芝穎

指導教師：蘇恭彥



我是洪兆屏，就讀國二。曾於國小畢業後，赴美東求學一年，開始接觸理化課程，惟對文學和藝術亦充滿興趣，彈琴和寫作更是我的專長。再次學習理化後，因老師的啟發，進而深入研究並參加此次科展，在科學知識上收穫很多，盼日後能朝此方向專精發展。

我是國中二年級的楊若華，很榮幸在老師的帶領下完成屬於自己的作品，結果並不是最重要的，而過程中的點點滴滴是難忘的回憶：被氨水薰的發昏，凌晨一點忙著最後的完稿，雖忙雖累，但激發出我對科學的興趣，不要懷疑，就是你，現在就來做科展吧！

何芝穎，畫畫拼圖是最愛的，遊山玩水親訪古蹟是我嚮往的，有創意的人生是我追求的，而自然科學最具巧思、創意，在拆&拼之間更具偉大的魔力，讓人悠遊其中樂不思蜀！

關鍵詞：表面張力、壓力差、溫度、濃度、密度、溶液、液體分子、內聚力

一、研究動機

在學習國中理化第一冊6-3水的壓力時，我們在保特瓶壁打了一個洞，在細心實驗下，我們發現水位到達洞孔後，水並非馬上流出，此現象有時高達2公分，引起我們想探討導致

這個因素的好奇心—水為何流不出來？

二、研究目的

(一)利用自製儀器探討溫度對水的表面張力之影響。

(二)利用自製儀器探討濃度對表面張力之影響。

(三)利用自製儀器探討溶質對水的表面張力之影響。

三、研究設備器材

(一)儀器

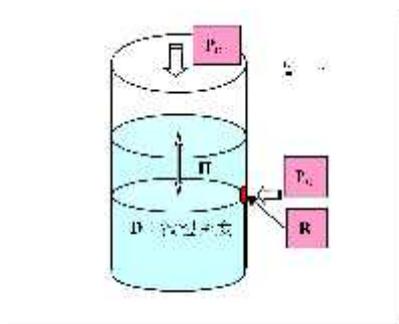
塑膠瓶、天平、1.0mm鑽頭、滴管、溫度計、刮勺、量筒、點滴注射針筒、鐵架、燒杯、玻璃棒、尺標、吹風機。

(二)藥品

食鹽、氫氧化鈉、酒精、硫酸銅、氨水、油、糖、肥皂水。

四、研究過程

在塑膠瓶壁上打一圓洞，內裝液體（如水），液面高過孔洞，如圖一



符號說明

P_0 : 大氣壓力

$P_{液}$: 液體壓力

H : 從孔洞中心點量至液面 高度

R : 孔洞半徑

D : 液體密度

$F_{液}$: 在孔洞處由液體側壓力所 造成力的大小

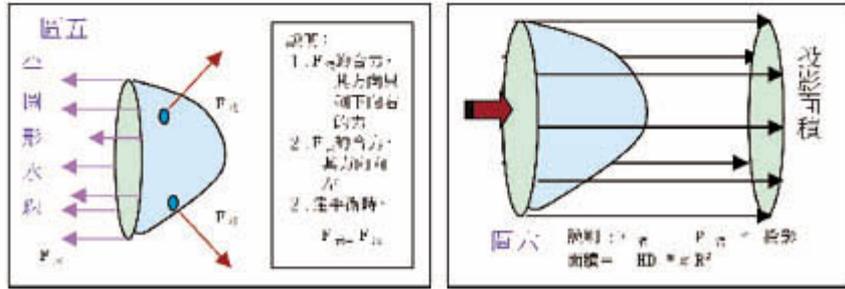
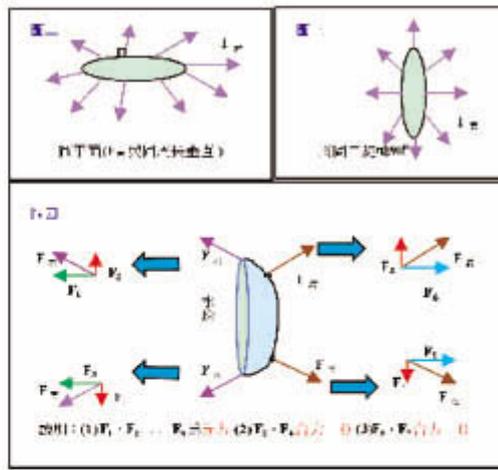
$F_{表}$: 由液體表面張力所造成力 的大小

T : 表面張力

π : 圓周率(約3.1416)

表面張力定義

凡作用在液體表面，使液體表面積縮小的力（使液體分子，有走向液體內部的趨勢），稱為表面張力。



原理推導

1. 洞口所受壓力差 $P = P_0 + P_{液} - P_0$ (如圖一所示) 故 $P = P_{液}$

2. 孔洞所受因壓力差造成之總力大小(說明如圖六)

$$F_{液} = P_{液} * \text{圓洞面積} = HD * \pi R^2 \dots (1)$$

3. 若液體尚未流出洞孔，乃因為液體表面張力之原故，此時達靜力平衡 (說明如圖二、圖三、圖四)

$$\therefore F_{液} = F_{表} \dots (2)$$

4. 因此 表面張力

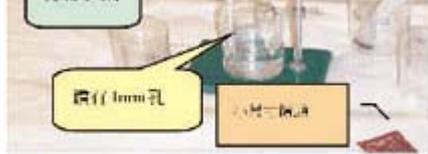
$$T = F_{表} / \text{長度}$$

$$= F_{液} / \text{圓周長} \dots (\text{由}(2)\text{式得知})$$

$$= (H * D * \pi R^2) / 2\pi R \dots (\text{由}(1)\text{式得知})$$

$$= (H * D * R) / 2 \dots (3)$$





5.本實驗均利用(3)運算實驗結果。

6.表面張力單位如： gw/cm ，達因/公分，牛頓/公尺，本實驗均採用單位 gw/cm 。
實驗一

1.先以0.8mm鑽頭在塑膠瓶上，以手小心鑽出圓洞，後以1.0mm擴張洞徑，使其直徑為1.0mm，並以細砂紙磨平，再用氫氧化鈉溶液及蒸餾水沖洗後烘乾。

2.實驗裝置如第4頁圖（七）所示。

3.將水溫加熱至70，將其加入注射針筒中。

4.以流量調整閥調整水流，將水非常緩慢地加入瓶中，此時可觀察到洞口上慢慢形成半圓形水珠，但並不會掉下或流出洞口。

5.繼續步驟4，使半圓形水珠恰流出洞口時，即刻記錄H值，及溫度。

6.測量當時水的密度。

7.當水溫下降時，重覆步驟3。

8.求各項記錄之平均值。

實驗二

1.實驗裝置如第4頁圖（七）所示。

2.配置5%，10%，15%，20%之食鹽水溶液、氫氧化鈉水溶液、酒精、硫酸銅水溶液。

3.控制各溶液的溫度在20.0。

4.測量各溶液之密度。

5.將溶液分別加入注射筒中，以流量調整閥調整溶液流量，將其非常緩慢地加入塑膠瓶中，此時可觀察到洞口上慢慢形成半圓形之液珠，但並不會掉下或流出洞口。

6.繼續步驟5，當半圓形之液珠恰流出洞口時，即刻記錄高度H值。

7.求各項記錄平均值。

實驗三

1.實驗裝置如第4頁圖（七）所示。

2.控制各液體的溫度在20.0。

3.測量氨水、酒精、糖水、鹽水、肥皂水、油、水等表面張力。

五、研究結果

(一)表一至表六係水在各種不同溫度下之表面張力數據及其分析比較

(表一)第一次實驗

水溫(°C)	53.0	46.0	40.2	36.4	27.5	25.1	20.0	18.0	10.0
密度 (g/cm ³)	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01
高度 (cm)	1.40	1.65	1.72	1.74	1.79	1.85	1.95	2.02	2.05
表面張力 (gw/cm)	0.035	0.041	0.043	0.044	0.045	0.047	0.049	0.051	0.052

(表二)第二次實驗

水溫(°C)	53.0	46.0	40.2	36.4	27.5	25.1	20.0	18.0	10.0
密度 (g/cm ³)	0.99	0.99	0.99	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
高度 (cm)	1.41	1.65	1.71	1.75	1.80	1.88	2.00	2.03	2.05
表面張力 (gw/cm)	0.035	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047	0.051	0.051	0.052

(表三)第三次實驗

水溫(°C)	53.0	46.0	40.2	36.4	27.5	25.1	20.0	18.0	10.0
密度 (g/cm ³)	0.99	1.00	0.99	1.01	1.00	1.01	1.02	1.02	1.01
高度 (cm)	1.41	1.66	1.72	1.74	1.80	1.89	2.00	2.01	2.08
表面張力 (gw/cm)	0.035	0.042	0.043	0.044	0.045	0.048	0.051	0.051	0.053

(表四)第四次實驗

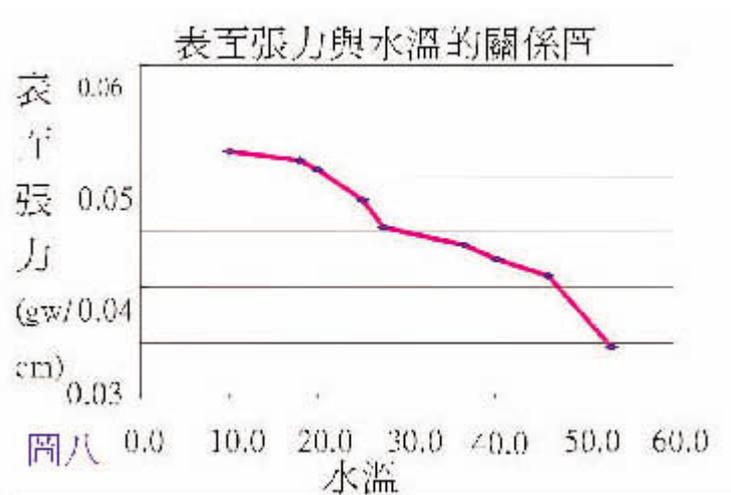
水溫(°C)	53.0	46.0	40.2	36.4	27.5	25.1	20.0	18.0	10.0
密度 (g/cm ³)	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	1.01	1.02	1.01	1.01
高度 (cm)	1.40	1.68	1.72	1.75	1.81	1.91	2.00	2.05	2.08
表面張力 (gw/cm)	0.035	0.042	0.043	0.044	0.045	0.048	0.051	0.052	0.053

(表五)第五次實驗

水溫(°C)	53.0	46.0	40.2	36.4	27.5	25.1	20.0	18.0	10.0
密度 (g/cm ³)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.01	1.01
高度 (cm)	1.36	1.60	1.70	1.75	1.85	1.95	2.01	2.05	2.08
表面張力 (gw/cm)	0.034	0.040	0.043	0.044	0.046	0.049	0.051	0.052	0.053

(表六)五次實驗的表面張力T平均值

水溫 (°C)	53.0	46.0	40.2	36.4	27.5	25.1	20.0	18.0	10.0
T平均值 (gw/cm)	0.035	0.041	0.043	0.044	0.045	0.048	0.051	0.051	0.052



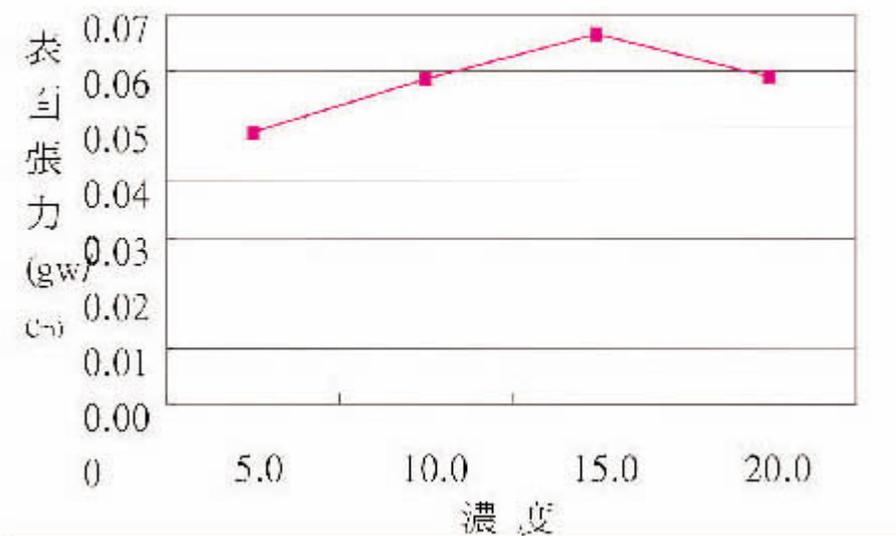
由上表及圖八，我們發現：
 在水溫不同時，表面張力有明顯變化，溫度越低表面張力越大，但並沒有呈線性關係。

(二)表七至表十係不同溶液在不同濃度下之表面張力數據及其分析比較

(表七) $R=0.05\text{ cm}$,水溶液溫度=20.0 溶質:食鹽，表面張力 $T=(H*D*R)/2$

濃度 (%)	密度 (g/cm^3)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H5 (cm)	H平均值 (cm)	T (gw/cm)
5.0	1.00	1.90	2.00	2.02	1.90	2.00	1.96	0.049
10.0	1.00	2.30	2.31	2.40	2.31	2.38	2.34	0.059
15.0	1.10	2.30	2.40	2.50	2.40	2.50	2.42	0.067
20.0	1.10	2.10	2.10	2.10	2.20	2.20	2.14	0.059

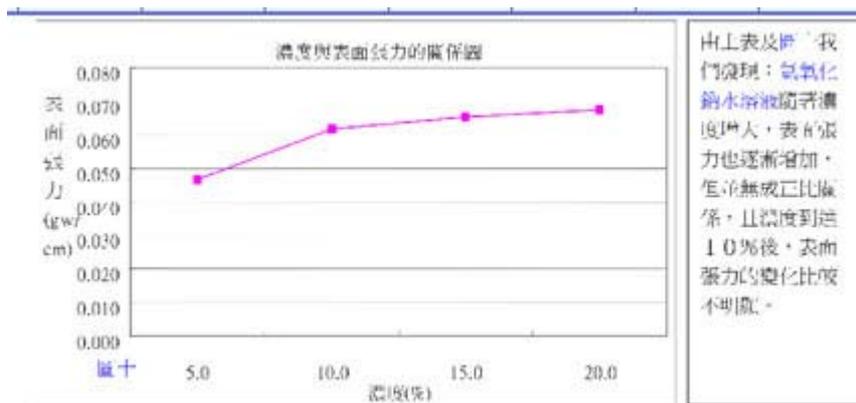
圖九 濃度與表面張力的關係圖



由表7及左圖(圖9)我們發現：
 食鹽水的表面張力有隨著濃度的增加而變大，但並非呈一直線關係，且在15%後有下降的趨勢。

(表八)水溶液溫度=20.0 , $R=0.05\text{ cm}$,溶質:氫氧化鈉,表面張力 $T=(H*D*R)/2$

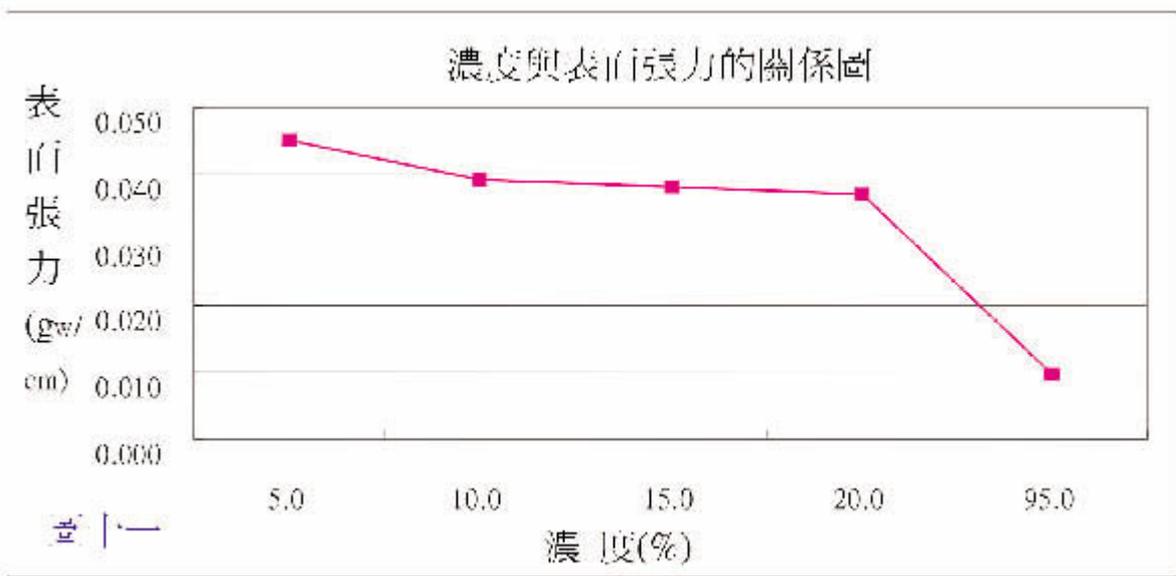
濃度 (%)	密度 (g/cm ³)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H5 (cm)	H平均值 (cm)	T (gw/cm)
5.0	1.05	1.80	1.72	1.80	1.76	1.80	1.78	0.047
10.0	1.10	2.15	2.22	2.24	2.30	2.28	2.24	0.062
15.0	1.05	2.46	2.50	2.48	2.49	2.50	2.49	0.065
20.0	1.15	2.28	2.40	2.40	2.38	2.30	2.35	0.068



由上表及圖10我們發現：
氫氧化鈉水溶液隨著濃度增大，表面張力也逐漸增加，但並無成正比關係，且濃度達到10%後，表面張力的變化比較不明顯。

(表九)水溶液溫度=20.0 ,R=0.05 cm,溶質:酒精,表面張力 $T=(H*D*R)/2$

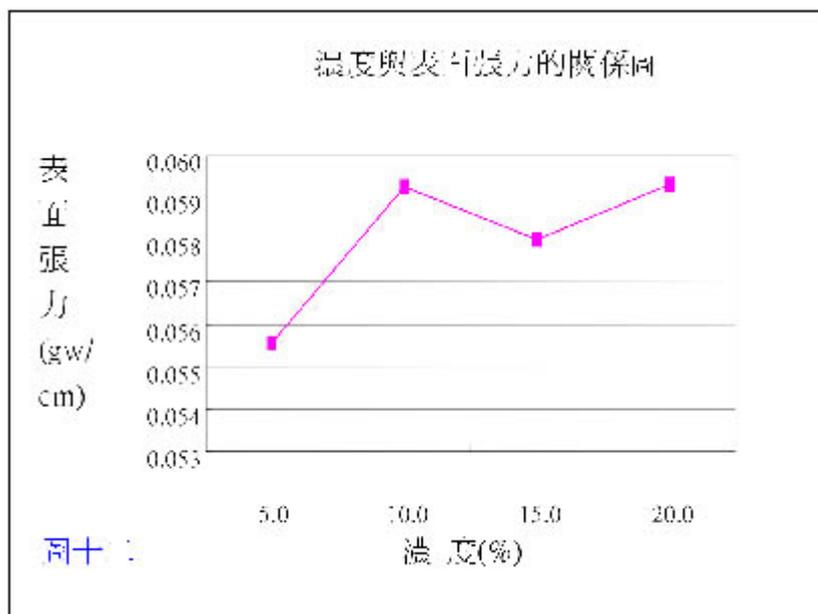
濃度 (%)	密度 (g/cm ³)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H5 (cm)	H平均值 (cm)	T (gw/cm)
5.0	0.90	2.00	2.00	2.01	2.02	2.00	2.01	0.045
10.0	0.88	1.80	1.75	1.80	1.75	1.80	1.78	0.039
15.0	0.92	1.68	1.69	1.60	1.67	1.65	1.66	0.038
20.0	0.95	1.50	1.60	1.59	1.57	1.54	1.56	0.037
95.0	0.80	0.51	0.46	0.50	0.50	0.48	0.49	0.010



我們發現在實驗結果及曲線圖中得知：
酒精水溶液濃度越大，表面張力越小，在95%與5%時，有明顯的差距。

(表十)水溶液溫度=20.0 , R=0.05 cm,溶質:硫酸銅,表面張力 $T=(H*D*R)/2$

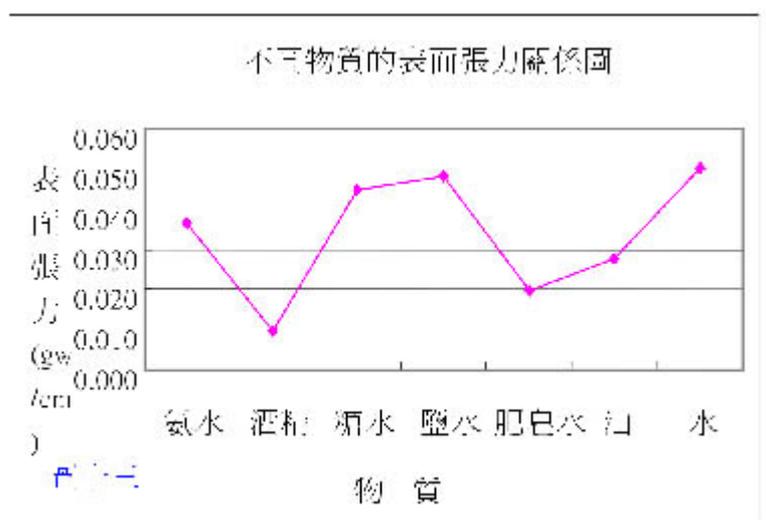
濃度 (%)	密度 (g/cm ³)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H5 (cm)	H平均值 (cm)	T (gw/cm)
5.0	1.01	2.20	2.19	2.18	2.21	2.22	2.20	0.056
10.0	1.04	2.30	2.20	2.30	2.30	2.30	2.28	0.059
15.0	1.05	2.20	2.22	2.23	2.20	2.20	2.21	0.058
20.0	1.12	2.16	2.10	2.11	2.10	2.12	2.12	0.059



由表10及圖12我們發現：
硫酸銅水溶液的表面張力在各種濃度中並無顯著差異。

(表十一) 溶液溫度=20.0 ,R=0.05 cm,表面張力 $T=(H*D*R)/2$

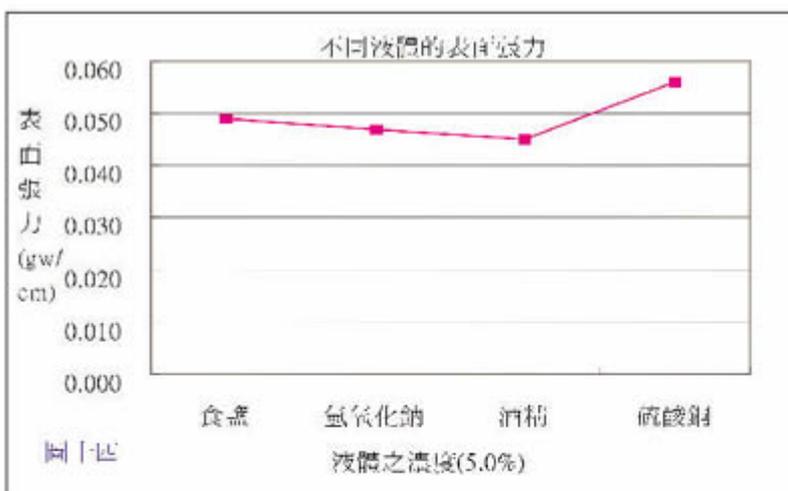
物質	密度 (g/cm ³)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	H5 (cm)	H平均值 (cm)	T (gw/cm)
氨水	0.86	1.60	1.60	1.80	1.70	1.80	1.70	0.037
酒精	0.80	0.51	0.49	0.50	0.50	0.46	0.49	0.010
糖水	1.20	1.35	1.20	1.40	1.25	2.30	1.50	0.045
鹽水	1.10	1.80	1.90	1.70	1.65	1.70	1.75	0.048
肥皂水	1.20	0.70	0.60	0.70	0.71	0.60	0.66	0.020
油	0.70	1.80	1.70	1.50	1.50	1.45	1.59	0.028
水	1.01	1.95	2.00	2.00	2.00	2.01	1.99	0.050



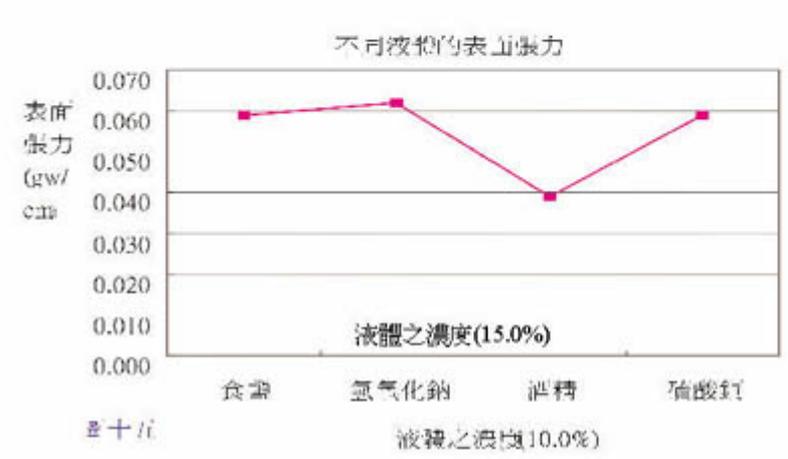
由圖13可知：
 水的表面張力在7種液體中最大，其次是：鹽水、糖水、氨水、油、肥皂水、酒精，我們發現各種溶液都有不同的表面張力，可見表面張力可視為溶液的獨特性質。

(表十二) 水溶液溫度=20.0 ,R=0.05 cm

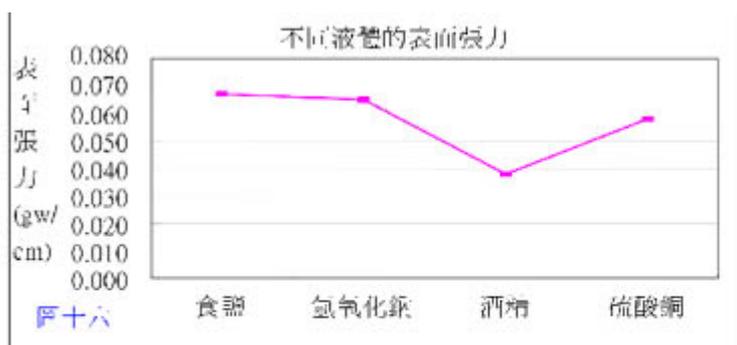
	5%	10%	15%	20%
食鹽	0.049	0.059	0.067	0.059
氫氧化鈉	0.047	0.062	0.065	0.067
酒精	0.045	0.039	0.038	0.037
硫酸銅	0.056	0.059	0.058	0.059



由左圖我們發現：在濃度5%時，硫酸銅水溶液的表張力最大，其次是食鹽水、氫氧化鈉水溶液、酒精水溶液。



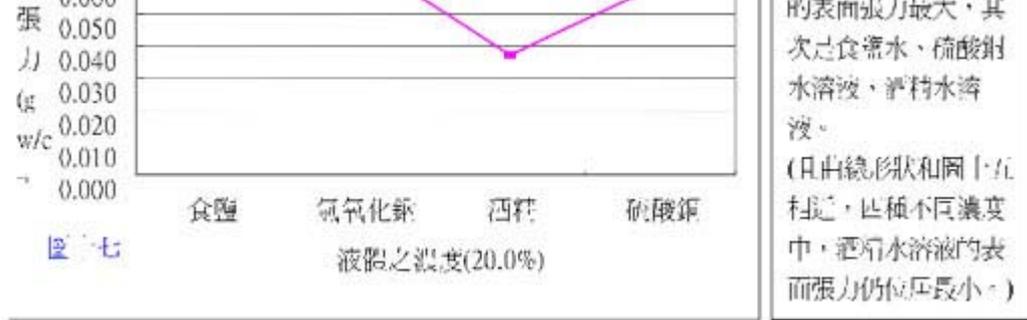
由左圖我們發現：氫氧化鈉水溶液在濃度10%時，液體的表面張力最大，其次是食鹽水、硫酸銅水溶液、酒精水溶液。與圖十四、圖十五比較，酒精水溶液的表張力還是位置最小，其餘的水溶液表面張力皆有所變化。



由左圖我們發現：在濃度15%時，食鹽水的表張力最大，其次是氫氧化鈉水溶液、硫酸銅水溶液、酒精水溶液。(與圖十四、圖十五比較，酒精的表張力仍最小。)



由左圖我們發現：在濃度20%時，氫氧化鈉水溶液的表張力最大，其次是食鹽水、硫酸銅水溶液、酒精水溶液。



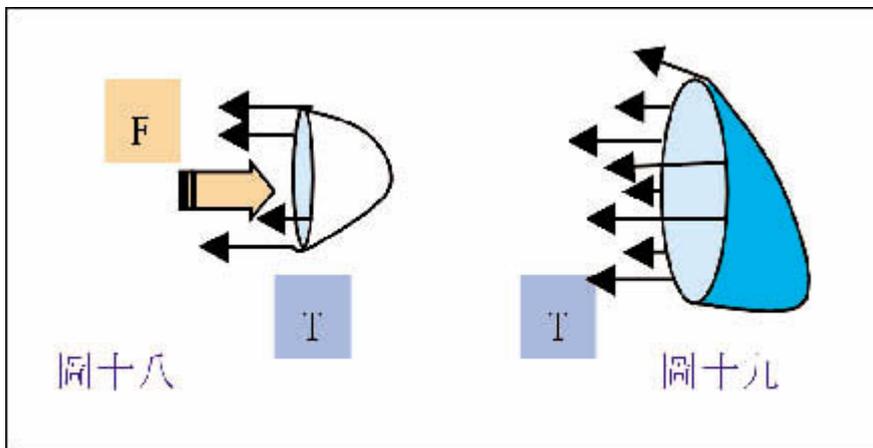
六、討論

(一)本實驗的優點：利用極為簡易的儀器，即可明顯觀察表面張力現象，教師亦可在課堂上作為教具。

(二)在進行實驗時，發現若洞孔太大，將導致誤差現象明顯，此乃因洞孔太大時，水珠的形狀會受重力的影響，明顯呈現非簡單半圓形，而無法配合實驗所求簡易的測量表面張力的方法，（如圖十八、圖十九所示）。故雖曾以1.5mm、2.0mm、3.9mm之洞孔測試，然經觀察後，仍以1.0mm之口徑最適宜。

(三)在實驗一中，從高溫逐漸冷卻以測其表面張力，乃因為從低溫加熱，需加裝加熱裝置，且可能產生水的對流現象，影響實驗結果。

(四)經由不同溫度來比較水的表面張力，發現溫度越高，水分子的熱振動愈激烈，減弱水分子間相互吸引的內聚力，故溫度越高水的表面張力越小。



(如圖八)。

(五)曾思考過用不同形狀的洞（如正方形、三角形等）進行實驗，但相同體積的物體中，以球形的表面積最小，故洞口用圓形，便於觀察液體受表面張力後，其表面積縮小之情形。

(六)在各項實驗中，曾用滴管徒手測試，但任一水滴的震動，皆會影響水壓，造成誤差，故設計點滴注射針筒裝置進行測試。

(七)表面張力的破壞：若在水面滴上清潔精，就會使清潔精的分子混入水分子中，破壞水的表面張力。

(八)水的表面張力的觀察：

1.已知水溫的高低，會影響水的表面張力，如葉上水珠，因溫度變化，呈現不同的大小。

2.水的表面張力，可使水黽浮在水面上而不會下沉。

七、結論

(一)隨著溫度的下降，水的表面張力愈來愈大（如圖八）。

(二)濃度是影響表面張力的因素，如：不同的濃度為5%，10%…95%等，其表面張力明顯不同，但之間沒有一定的關係，即表面張力無一定的增加或減少的趨勢。

(三)水溶液中所溶溶質不同，表面張力明顯不同，有部份增減(如圖十三、圖十四、圖十五、圖十六、圖十七)，因此，可利用所加溶質的不同，運用在表面張力的增減。

(四)由此推測影響表面張力的因素應有：

1.溫度

2.溶質的種類

3.濃度

八、參考資料

(一)國中理化第一冊第25頁至第27頁，國立編譯館。

(二)國中理化第一冊第161頁至第165頁，國立編譯館。

(三)國中理化第三冊第61頁，國立編譯館。

(四)高中普通物理第九章，國立編譯館。

(五)自然科學彩色辭典 4——物理化學第48、49頁，華視出版社。

(六)網路資料

ISP:(1)<http://pck.bio.ncue.edu.tw/pckweb/database/physics2/science/20-no1/20-1.html>。

ISP:(2)<http://www.lines.com.tw/science/chemistry/9/add8911a.htm>。

評語

表面張力的現象在國中只有說明，但作者以日常生活中隨手可得的塑膠瓶自製可以測出表面張力的儀器，並據以探討液體溫度、濃度與溶質等變因對表面張力的影響，實驗設計簡單易做，操作方便，實驗結果可靠，可以推廣十分值得鼓勵。

[回到目錄頁../Index.htm](#)