



表面張力

目的：

測定不同液體的表面張力，並觀察溫度及溶液濃度變化對水表面張力的影響。

實驗方法：

實驗上，利用鋼線的扭力帶動在液體表面上的金屬圓環向上移動，此時液體表面會產生凸起的液膜。當圓環向上移動至液膜破裂時，只要量測出該扭力，即可計算出液體的表面張力。

原理：

清晨，到戶外散步，小草上的露珠散射著陽光，閃閃發亮。你是否曾思考過葉片上的水為什麼會凝結成球狀，而不是其它形狀？水銀瀉地，也會形成很多小珠子在地上滾來滾去；假如有機會玩玩液態氮（ $-198\text{ }^{\circ}\text{C}$ ！），你會發現，倒在地上，液態氮也如同水珠在荷葉上一般，在地上打滾；天上掉下來的雨滴也是呈球形的，為什麼呢？你可能在小學的時候就已經知道答案：是因為液體的表面張力。表面張力到底是什麼？又如何做定量的描述呢？我們下面慢慢說明。

分子由於相互吸引作用而凝聚成液體，在液體中的分子四面八方都受到吸引力，但也因此每個方向受力皆相等，合力為零。但在液體表面的分子所受分子間的引力並不均勻，如圖 1，結果合成一往液體內的合力。因此，當分子從內部移到表面時需要作功，也就是說，表面的位能較高，而單位液面所高出來的表面位能，我們稱之為表面張力。這個表面層約只有幾個分子厚。

上面的說明好像抽象了些，簡單一點說，表面張力是描述液體想要使自己表面積達到最小的趨勢。表面積越小，多出的表面位能也就越少，液體也就越穩定。那麼懸浮於空中的液體，必成球形（不考慮重力位能）。

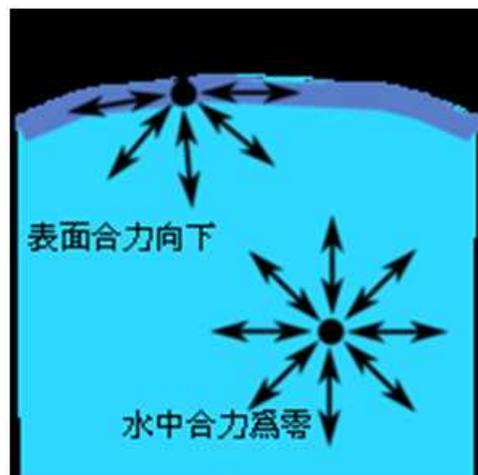
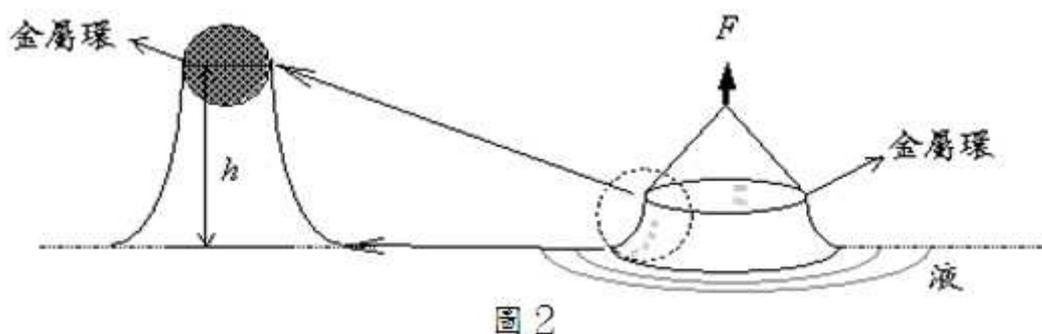


圖 1

方法說明：

液體表面有表面張力，所以當我們用一環浸在液體中，再提到表面以上時，液體表面積將增加，即需要作功，此功等於增加的表面積乘以表面張力，也就是需要用力去提起金屬環。



如圖 2 所示，設環長為 ℓ ，液面至金屬環提上到液膜破裂的距離為 h ，而且因為薄液膜有兩個面，所以實際上表面積的增加有兩倍，即 $2h\ell$ ，故所作的功 W 為

$$W = Fh = 2h\ell T \quad (1)$$

因此

$$T = \frac{F}{2\ell} \quad (2)$$

其中 T 是表面張力， F 表拉力。

假設已知純水的表面張力 T_1 ，那麼只要測定純水與待測液體相對應的拉力 F_1 與 F_2 ，則待測液體的表面張力 T_2 為

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{F_2}{F_1} \quad (3)$$

所以

$$T_2 = T_1 \frac{F_2}{F_1} \quad (4)$$

實驗儀器：

張力測定儀、金屬圓環、電子秤、水平儀、溫度計、待測液體（甘油、酒精及其他）、玻璃皿、加熱攪拌器。張力測定儀各部說明如下所示（圖 3）。

(A)：鋼線

(B)：橫桿

- (C)：金屬圓環
- (D)：歸零鈕、旋緊鋼線
- (E)：刻度盤
- (F)：調整 B 橫桿的高低
- (G)：拉緊（固定）鋼線的鈕
- (H)：平台高度粗調
- (I)：平台高度微調
- (J)：支撐架

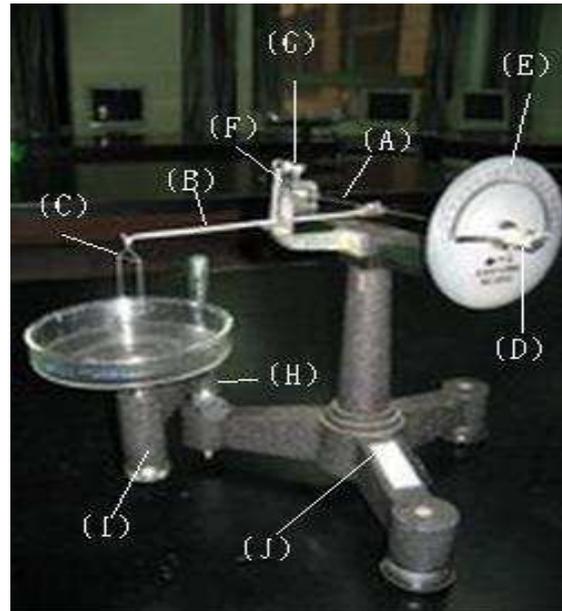


圖3 張力測定儀

圖 3 中的鋼線一端固定，另一端固定於可旋轉的齒輪上，齒輪上有指針可由刻度盤讀出齒輪旋轉的刻度，而固定於鋼線上的橫桿因鋼線的扭轉而產生一向上的力 F 。因此只要能夠將已知重量的砝碼掛在橫桿上，就能找出指針旋轉刻度與橫桿向上之力 F 的關係，如圖 4 所示。

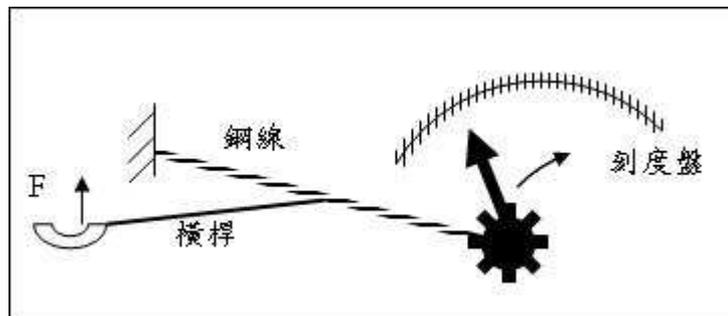


圖 4 鋼線測力之原理



電子秤



加熱攪拌器



溫度計

實驗步驟：

注意事項：

- a. 實驗用的金屬環很軟，很脆弱。拿取金屬環時請小心，動作要輕輕的，以免金屬環變形影響到實驗。
- b. 注意你的玻璃皿與金屬環是否乾淨，實驗前以及換不同待測液體測量前請先清洗玻璃皿，用清水浸泡金屬環，並小心的用衛生紙將水吸乾。

1. 儀器裝置如圖 3。將金屬環掛在橫桿 (B) 上，調整 (D) 使刻度盤歸零。並檢查測定儀的鋼線 (A) 是否已拉緊，再調整 (F) 與 (G) 使鋼線在合適的狀態，橫桿 (B) 大致成水平。

2. 將水平儀置放在測定儀的平台上，調整測定儀腳座的旋鈕，使符合水平狀態。

3. 校正表面張力測定儀。

選取數個自製砝碼，加掛在已掛了金屬環的橫桿上，調整 (D) 使鋼線扭力與橫桿承受的重力達成平衡。(當鋼線扭力與橫桿承受重力達成平衡時，橫桿會輕輕彈起回到未掛砝碼前的位置並振盪。) 記錄不同的橫桿吊重與達成平衡時刻度盤 (E) 的讀值。(要校正什麼範圍的張力計刻度呢?) 並求出橫桿吊重與刻度盤讀值的關係式。

4. 玻璃皿內先放純水。

5. 將刻度盤 (E) 歸零。

方法一：先測量液面高度 d ，移開玻璃皿，調整 (H)、(I)，使圓環至支撐架之高度剛好為 d 。

方法二：(由液面下拉至液面歸零法) 調整 (H)、(I) 將圓環 (C) 從液下緩緩拉到與液面接觸。

6. 慢慢調整 (D)，使圓環 (C) 緩緩提離液面，當圓環離開液面的瞬間，記錄刻度盤 E 上的讀值，重覆此步驟做四次，並將四個數據求平均。

7. 將水加熱至高於 80°C 。並分別測量水溫約 30°C 、 40°C 、 50°C 、 60°C 、 70°C 與 80°C 時的表面張力。

8. 玻璃皿內改放肥皂水，重覆步驟 5、6。

9. 玻璃皿內改放助教所準備的未知的待測液，重覆步驟 5、6。

11.根據所求出的橫桿吊重與刻度盤讀值關係式分別求出各次實驗的橫桿拉力，
帶入(2)式，算出表面張力的值。

附表

一、水之表面張力 (dyne/cm)

溫度 $^{\circ}\text{C}$	0	5	10	15	20	25	30	40	60	80
表面張力 (dyne/cm)	74.64	74.92	74.22	73.49	72.75	71.97	71.18	69.59	66.18	62.61

二、液體之表面張力 (dyne/cm) (20°C)

物質	酒精	乙醚	甘油	石油
表面張力 (dyne/cm)	22.3	16.5	63.4	26.0

請至 http://experiment.phys.nchu.edu.tw/EZphysics/ex_h.htm 觀看實驗影片

實驗紀錄

1. 校正表面張力測定儀刻度

橫桿吊重 (單位：____)								
刻度盤讀值 (單位：____)								
橫桿吊重與張力計刻度盤讀值之關係式								

2. 測定不同溫度水的張力計讀值

金屬圓環直徑 $2r = \underline{\hspace{2cm}}$ cm，金屬圓環周長 $l = \underline{\hspace{2cm}}$ cm

溫度(°C)						
次數	張力計刻度 (單位：____)					
1						
2						
3						
4						
平均值						
橫桿拉力 F (單位：____)						
液體的表面張力 $T = \frac{F}{2l}$ (單位：____)						

3. 測定不同液體所測得的張力計讀值

待測液體	水	肥皂水	未知待測液體
液體溫度(°C)			
次數	張力計刻度 (單位：____)		
1			
2			
3			
4			
平均值			
橫桿拉力 F (單位：____)			
液體的表面張力 $T = \frac{F}{2l}$ (單位：____)			