

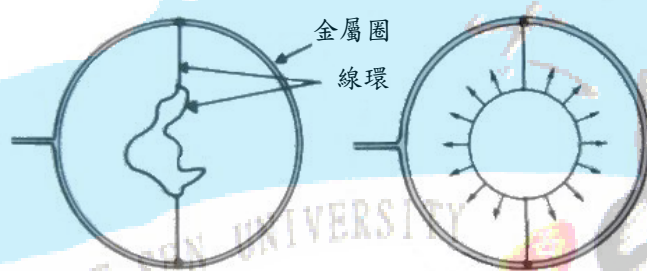
一、【目的】

測量不同液體的表面張力。

二、【原理】

液體從滴管尖端緩慢流出時，並不是連續的液柱，而是不連續的液滴。將一支縫衣針小心輕放在水面上，雖然其密度是水的十倍，卻能被停留於水面上，僅在水的表面造成輕微的凹痕而不下沉。另外，毛細管插入水中，管內的水面上升；改插入水銀中，管內的水銀面則下降。凡此現象或類似的現象中，皆有液體與另一物質接觸之界面存在。

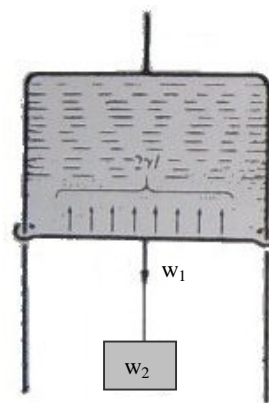
這些現象顯示液體之表面是處於緊繃狀態。液面上若有一條線，其線兩邊的液體皆欲將線拉向己方，此拉力位於液面且與此線保持垂直。圖一是一個用細金屬線做成的圓環，環內附有一個軟線環。將此金屬圓環及軟線環浸入肥皂水中再取出，則環上會附著皂膜，且軟線環在皂膜中可自由漂動，如圖一(a)所示。若將軟線環內之皂膜刺破，則線環隨即張開成圓形，如圖一(b)所示。這是因為當線環之內外兩側皆有皂液時，軟線兩側之拉力相等，故線環呈自由漂浮狀。一旦線環內之皂膜破裂，則線環受環外皂液之輻射狀拉力（與線環垂直）而形成圓形。



圖一(a)

圖一(b)

另一個示範表面效應的簡單儀器，如圖二所示。一個U型線的兩臂上裝有一根微重 w_1 的滑動橫線。將此裝置浸入皂液中再取出時，橫線迅速地被框中的皂膜拉至U形線的頂端。此時，若於橫線下方懸掛另一微重 w_2 的物體，便會產生一個奇異的狀況，即在向下拉力 $F = w_1 + w_2$ 的作用下且溫度保持一定時，橫線可以靜止於U型線兩臂上的任意位置，且與框中皂膜的面積無關。也就是說，向下拉力不會隨著皂膜面積被張大而需加大。若將皂膜改為橡皮膜，則所需之向下拉力將隨著橡皮膜面積的拉大而增加。此二者之差異在於皂膜為液體，其表面的厚度僅數個分子厚，夾在二表面間的液體厚度比表面厚得多。當皂膜受到



圖二

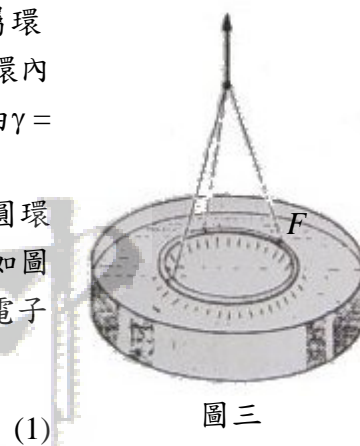
拉力的作用時，中間的液體分子會移至表面使表面伸張。即液膜表面的分子數會隨著表面面積的張大而增多。但橡皮膜表面之分子數則保持不變。

若圖二中之橫線的長度為 L ，由於液膜有二個表面，故橫線所受到的表面拉力之總長度為 $2L$ ，表面張力 γ 的定義為表面拉力 F 與其作用的長度之比值。據此定義，圖二中的表面張力為 $\gamma = F / 2L$ (N / m)。

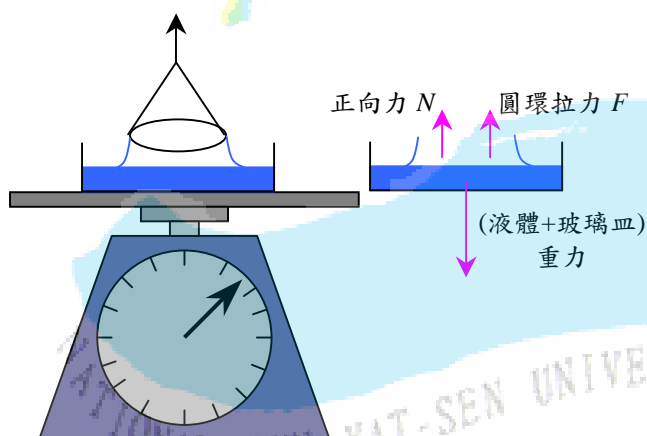
另一個例子如圖三所示，將一個周長為 L 的金屬環從液體中提起時，圓環需施加一個拉力 F 以平衡圓環內外兩側液膜之表面拉力 $2\gamma L$ 。 F 一旦測得，便可經由 $\gamma = F / 2L$ ，求出該液體的表面張力 γ 。

本實驗使用簡易型掛環法，以齒輪馬達將實驗圓環往上拉，液膜所受的拉力大小會反應於電子秤上，如圖四所示。藉由記錄薄液膜破裂前 (N) 及破裂後 (N') 之電子秤的讀數，便能進而求得液體的表面張力：

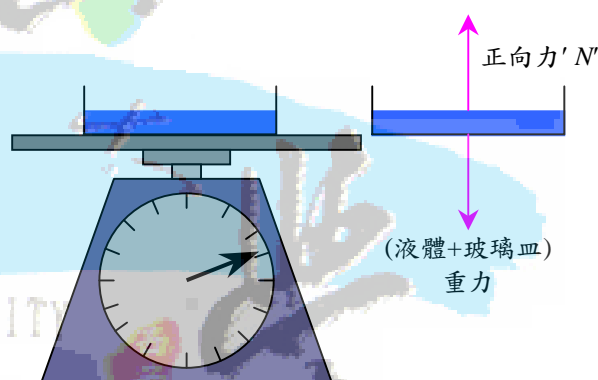
$$\gamma = \frac{F}{2L} = \frac{N' - N}{2L}$$



圖三



圖四(a) 液膜破裂前



圖四(b) 液膜破裂後

三、【儀器】

1. 升降馬達
2. 升降馬達支架
3. 變壓器 (6V/1A)
4. 升降臺座
5. 電子秤附透明蓋
6. 玻璃皿
7. 金屬環
8. 攝影機組
9. 個人電腦

10. 待測液體（水、酒精）



升降馬達



升降馬達支架



變壓器



升降臺座



玻璃皿



攝影機組

四、【注意事項】

1. 測定揮發性液體時，可使用電子秤專用的透明蓋，減少液體的揮發效應。
2. 請小心取用金屬環，以免金屬環變形，影響數驗結果。
3. 將金屬環浸入水面的過程中，若發現金屬環無法水平浸入時，請以調整懸掛位置的方式來改變重心位置，而非以扭曲金屬環的方式調整其水平，以免造成金屬環扭曲變形，影響實驗結果。
4. 電子秤上 TARE 鈕之功能為使電子秤再度歸零，在進行每一次實驗之前，請確實歸零。

五、【實驗步驟】

1. 儀器裝置如圖五所示。調整攝影機的角度，使它能同時清楚拍攝金屬環及電子秤顯示儀表。
2. 設定電腦與視訊攝影機之互動聯接，使攝影機的影像可顯示於電腦上並能被錄製。
3. 開啟電子秤電源，實驗前請將電子秤歸零。
4. 將待測液體裝入玻璃皿中，並置於電子秤上。接著將金屬環懸掛於升降馬達的掛鉤上，調整其位置約位於玻璃皿正中央上方處，使金屬環剛好接觸到待測液體的表面。



圖五

- 開啟視訊攝影機錄影功能，然後開啟升降馬達電源開關。緩緩調昇升降台的位置，直到液膜破裂為止。當液膜破裂後 5 秒關閉升降馬達開關，待電子秤讀值穩定後停止攝影機錄影。重覆測量十次。
- 測量金屬環的周長 L ，並從錄影影片中尋找液膜破裂前後之電子秤讀數，利用(1)式，求得表面張力平均值。
- 更換其他待測液體並重覆上述實驗步驟，測定不同液體的表面張力值。

六、【數據表格】

金屬環周長 $L =$ _____ cm 溫度：_____ 待測液體：_____

次數	液膜破裂前 讀數 N (gw)	液膜破裂後 讀數 N' (gw)	拉力 F (gw)	拉力平均值 \bar{F} (gw)	表面張力 γ (N/cm)
1					
2					

七、【附錄】

水的表面張力之參考值(dyne/cm)，1 N/m = 1000 dyne/cm

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

各種液體的表面張力之參考值(20 $^{\circ}\text{C}$)

液體	酒精	乙醚	甘油	石油
表面張力	22.3	16.5	63.4	26.0