

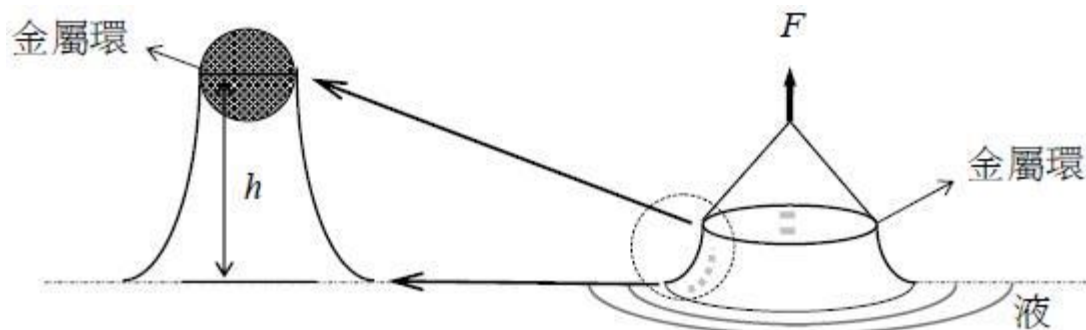
表面張力實驗器

一、實驗目的：

觀察液體的表面張力現象，並測量表面張力的大小。

二、實驗原理：

靜止液體在界面形成的特有現象，為液體分子間或液體分子與其他物體的接觸面之間，相互吸引的結果；此種分子間彼此互相吸引的力稱為分子力（molecular force），主要分為兩種：同種分子間互相吸引的力稱為內聚力，異種分子間互相吸引的力稱為附著力。



液體內部分子間，因相互吸引的緣故，會使表面積縮成最小以維持最低的表面能，此種在液體表面有縮小至最小表面積的傾向，使液體表面縮小的力，稱為表面張力，為液體分子間內聚力吸引的結果。

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 $2\ell h$ ，故所作的功 W 為

$$W = F \times h = 2\ell hT \quad (1)$$

表面張力（surface tension）定義為液體表面上對每單位長度所呈現的拉力，以 T 表示，單位為 N/m。

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

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

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

本實驗使用金屬線扭力作為把實驗圓環拉起來的上提力，力量大小會因為金屬線旋轉而改變。而上提力的大小與金屬線旋轉角度之關係，則利用已知重量的數個砝碼，找出重量與角度的關係。提供實驗中所得旋轉角度，換得橫杆力矩所提供的上提力 F ，並求得表面張力 T 。

影響表面張力的因素：1.液體的種類，2.溫度的高低，3.雜質的影響。通常表面張力會因溫度增加而減小，如表(一)，因溫度增加時，液體分子的平均動能增加，因此分子間的吸引力相對減小。

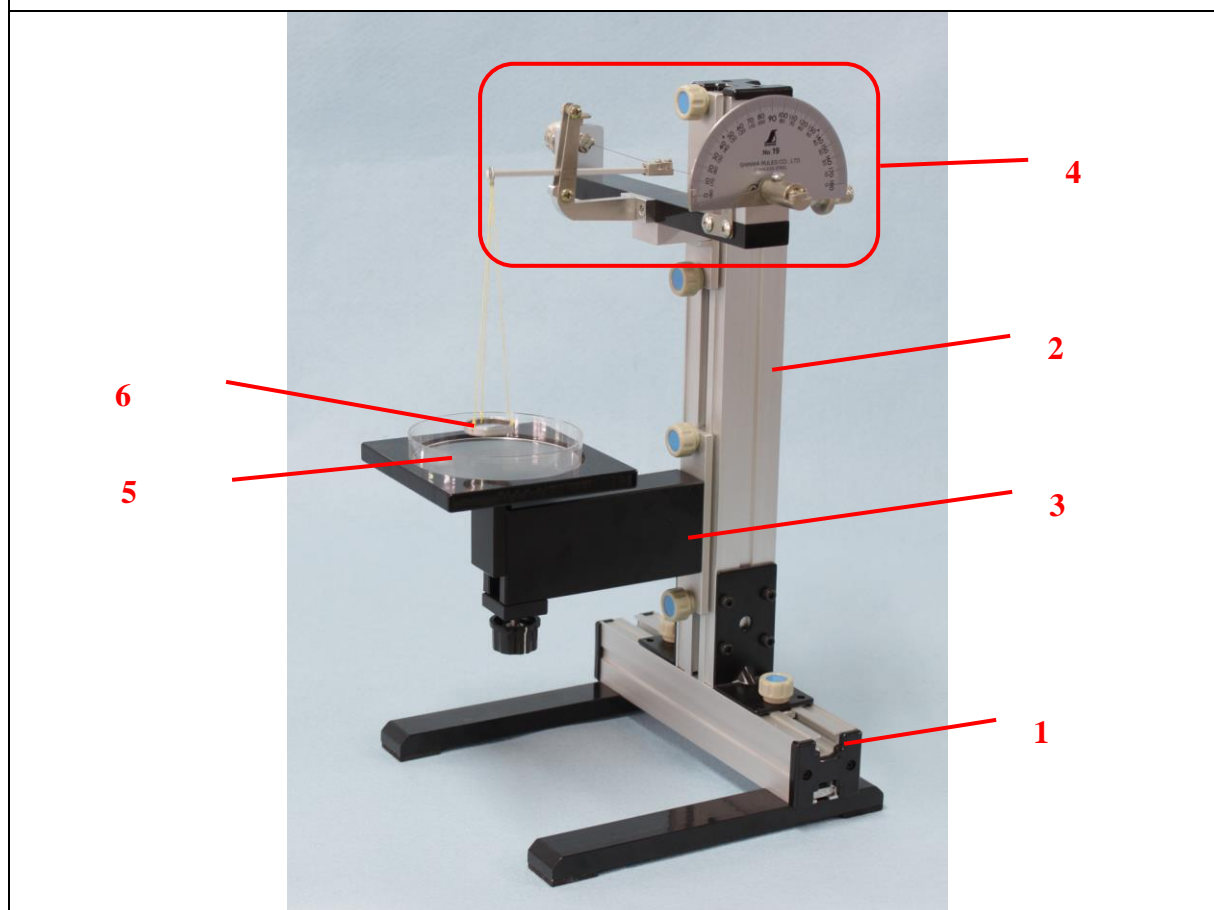
表(一) 液體的表面張力

		液體的表面張力(mN/m)				
溫度(°C)	水	酒精	乙醚	甘油	石油	水銀
5	74.92					
10	74.22					
15	73.49					
20	72.75	22.3	16.5	63.4	26.0	476.0
25	71.97					
30	71.18					
40	69.59					
60	66.59					
80	62.61					

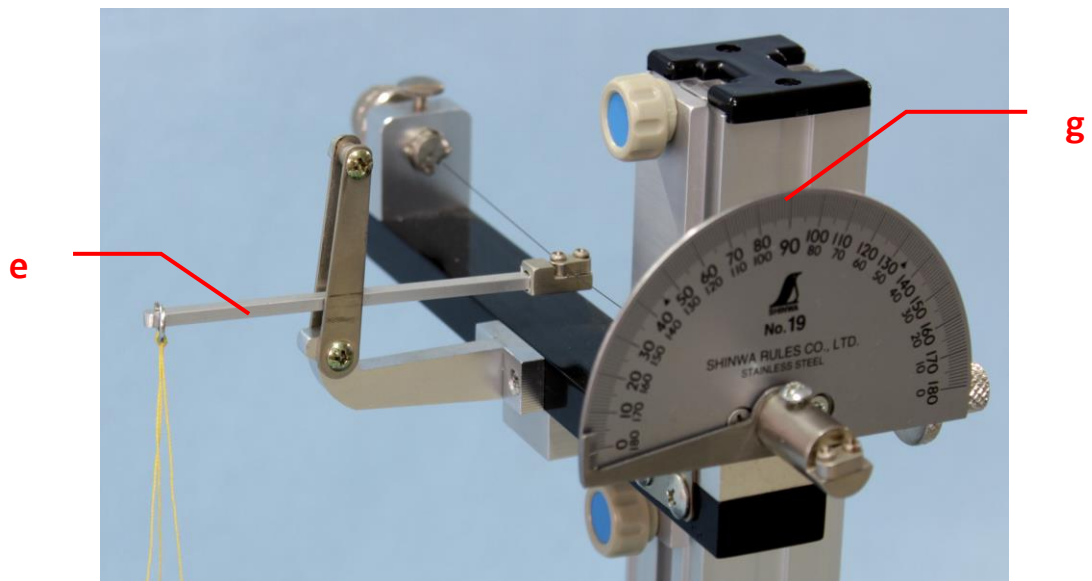
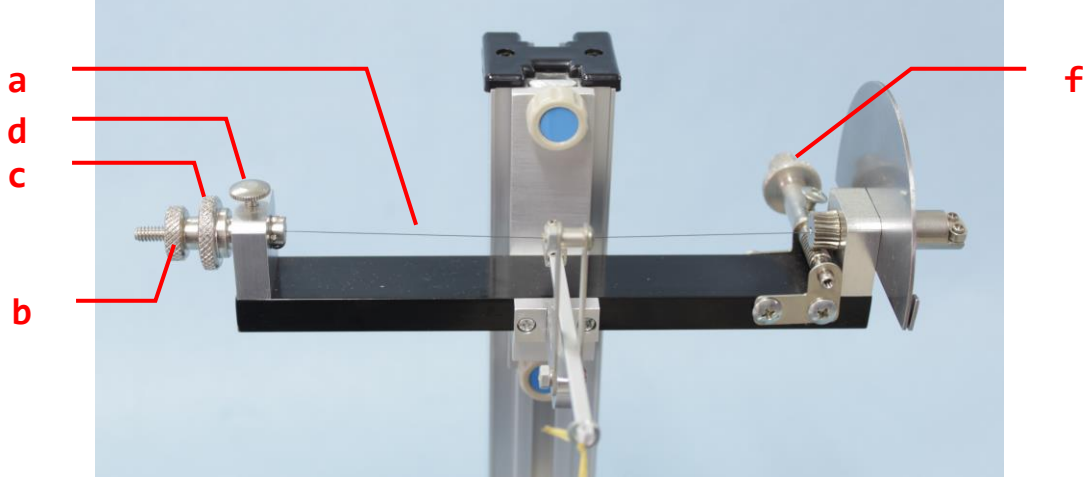
三、實驗儀器：

實驗配件					
編號	名稱	數量	編號	名稱	數量
1	鋁軌底座	1	2	鋁軌支架	1
3	可微調水槽台固定座	1	4	可移動張力測定系統	1
5	培養皿	1	6	表面張力實驗環	2
自備	待測液體	1	自備	加熱器	1
自備	溫度計	1			

實驗配件對照圖



可移動張力測定系統配件簡介



- a. 金屬線：不銹鋼線。
- b. 張力旋鈕：調整金屬線的鬆緊度。
- c. 校正旋鈕：可調整金屬線，並由槓桿依據刻度歸零。
- d. 固定校正旋鈕：待校正旋鈕確定歸零後，用以固定。
- e. 槓桿：提供吊掛表面張力實驗環。
- f. 角度旋鈕：提供實驗中逐漸增加金屬線旋轉角度並提升上提之力。
- g. 旋轉刻度表：提供旋轉角度觀測記錄用。

四、實驗步驟：

I. 實驗前校正與準備

1. 調整角度旋鈕歸零旋轉刻度表。
2. 適當調整張力旋鈕，使金屬線拉直。
3. 在槓桿上吊掛實驗環，並調整校正旋鈕使槓桿水平，
4. 可力用鉛筆在槓桿的側面板做上記號，作為平衡歸零位置。如下圖 4-1



圖 4-1

II. 根據實驗紀錄表一，紀錄槓桿吊掛重量與角度的關係。

5. 逐一掛上已知質量的砝碼，並調整角度旋鈕，使槓桿回到平衡位置，記錄砝碼質量與平衡時的角度。
6. 分析槓桿，其掛的重量與金屬線旋轉角度的函數關係。

III. 根據實驗紀錄表二，測量表面張力。

7. 確認槓桿吊掛實驗環並平衡校正水平，且旋轉刻度表歸零。
8. 培養皿裝入適量液體後放在可微調水槽台固定座上，先移動水槽台高度，接近實驗環，然後微調水槽高度，以緩慢平靜的接觸實驗環。

9. 接觸的同時，慢慢旋轉角度旋鈕，並觀察液面，在實驗環上，因表面張力所產生之現象，直到實驗環脫離水面之剎那，記錄角度。
10. 保持金屬環之乾燥，重複實驗紀錄。
11. 根據原理計算結果。
12. 可換不同液體量測，根據實驗紀錄表三

五、實驗結果

實驗紀錄表一、槓桿吊掛重量與角度的關係								
項次	1	2	3	4	5	6	7	8
掛重								
角度								

將上表繪圖並做數值分析

實驗紀錄表二，測量水的表面張力

查表		量測	計算			
水溫 (°C)	表面張力 T1(mN/m)	環半徑 r(m)	圓周長 L(m)	表拉力 F1(mN/m)		
待測	依實驗紀錄—換算		$T_2 = F_2/2L$	$T_2 = T_1(F_2/F_1)$	查表	
旋轉角度	金屬線 拉力	表拉力 F2	表面張力 T2	表面張力 T2	_____的 表面張力	誤差
deg	g	mN	(mN/m)	(mN/m)	(mN/m)	%

實驗紀錄表三，測量_____表面張力

待測液體-查表		量測	計算			
____(°C)	表面張力 T1(mN/m)	環半徑 r(m)	圓周長 L(m)	表拉力 F1(mN/m)		
待測	依實驗紀錄—換算		$T_2 = F_2/2L$	$T_2 = T_1(F_2/F_1)$	查表	
旋轉角度	金屬線 拉力	表拉力 F2	表面張力 T2	表面張力 T2		誤差
deg	g	mN	(mN/m)	(mN/m)	(mN/m)	%

六、問題與討論

1. 由原理中表面張力的定義可知其單位為〔能量／面積〕，而由方法中式可知單位為〔力／長度〕，說明這兩單位是一致的。
2. 假如我們能夠精確地測量出 F ，那麼由式 (1) 所得之 T 能夠十分精確地表示液體的表面張力嗎？ T 應該比真正的表面張力值大或小？由此討論本實驗方法的精確性。