

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 物理科

030111

彰化縣立陽明國民中學

指導老師姓名

蘇淑貞

翁義芳

作者姓名

吳尹傑

吳振華

洪鶴祐

林達

被忽略的神秘力量—表面張力

壹、摘要：

液體的表面張力很微小，不容易用一般的儀器來測量，常見的大學實驗是用杜諾扭秤來測量，而本實驗設計是利用自行製作的儀器，利用簡單的槓桿原理以及定滑輪方便操作的特性，測量各種日常生活中常見的液體表面張力，計有：各種水質、酸鹼性溶液、糖水和食鹽水溶液、4種清潔劑、6種飲料、以及溫度的影響，並且更改各種變因來觀察溶液表面張力的變化，希望研究有助於我們瞭解日常生活的液體，其表面張力的差異。

貳、研究動機：

自然與生活科技第三冊第一章，測量液體體積，水與量筒間的液面呈現內凹，而把寶特瓶加滿水之後，頂端卻形成了一個圓弧形，我們覺得很奇怪，於是去問老師，老師說是因為水有表面張力，液體的表面張力會受到很多因素的影響，我們很好奇表面張力到底有多大？生活中有那些表面張力？該如何測量？所以我們開始投入實驗，希望可以解開心中的疑惑。

參、研究目的：

- 一、何謂表面張力與形成原因。
- 二、探討及製作表面張力測量儀器。
- 三、探討水質對表面張力的影響。
- 四、探討酸鹼度對表面張力的影響。
- 五、探討糖和鹽在水中的濃度對表面張力的影響。
- 六、探討各種清潔劑對表面張力的影響。
- 七、探討溫度對表面張力的影響。
- 八、探討各種飲料表面張力的差異。

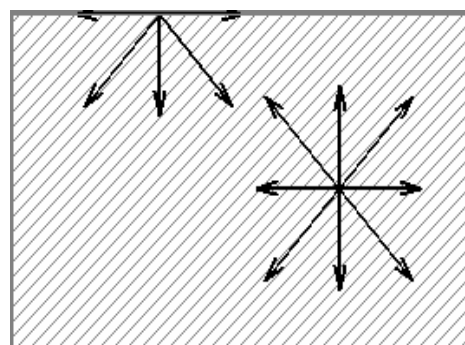
肆、研究設備及器材：

- 一、儀器：自製表面張力測定儀(如附錄照片 1)、電子秤(測量範圍：小數以下兩位)、溫度計、量筒、燒杯、溼度計、pH 指示劑、刮勺
- 二、藥品：鹽酸 (HCl) (酸)、氫氧化鈉(NaOH) (鹼)、氯化鈉 (NaCl)、豐年果糖、Lux 沐浴乳、依必朗洗手乳、多芬洗面乳、牛農牛奶、古道綠茶、愛之味麥仔茶、古道梅子綠茶、舒跑運動飲料、統一柳橙汁

伍、研究過程及方法：

一、表面張力形成原因的探討

分子由於相互吸引而凝聚成液體，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



引力並不能平衡（如上頁圖），合力便往液體內部。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。

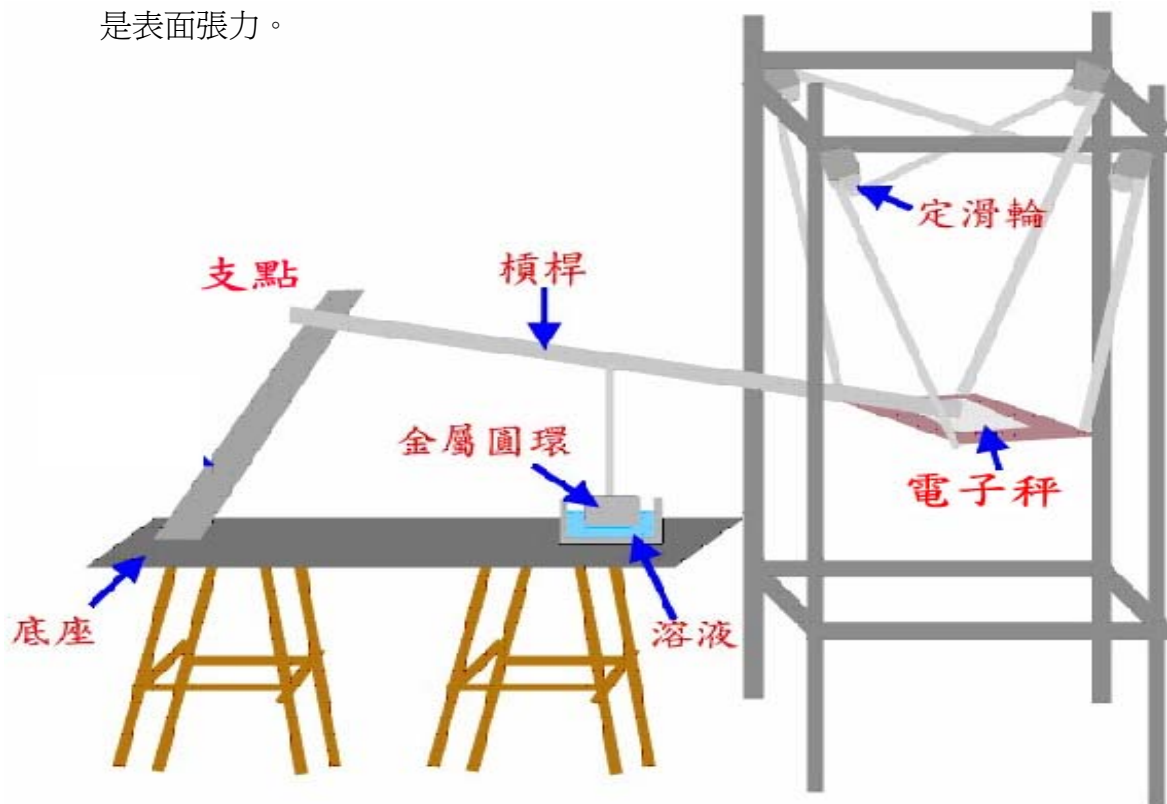
簡單一點說，表面張力是描述液體想要使自己表面積達到最小的趨勢。表面積越小，多出的表面位能也就越少，液體也就越穩定。

二、探討及自行製作表面張力測量儀器

(一)我們在作這項研究之前，我們必須要有一個可測量表面張力的儀器，所以我們開始著手計劃，以我們對物理及機械的知識來說，靠我們是無法把儀器製作出來，所以我們請同學的爸爸來教我們一些機械基本知識和概念，並且協助我們完成儀器的設計。

(二)我們測量的儀器是使用與手推車原理相同的槓桿原理，是支點在左側，抗力點在施力點和支點中間，儀器裝置如圖一，金屬圓環是抗力點，也是我們所要測量的表面張力，儀器右側的電子秤是施力點的位置，我們從電子秤可以得到圓環離開水面前後的重量變化，經過公式換算便可以得到我們要測量的表面張力。

(三)儀器操作方法是我們站在儀器右側(如附錄說明照片二)，以雙手穩定的從上壓下定滑輪中間交叉的線，下壓的過程中，電子秤的平台會帶動槓桿往上舉，便可以使圓環離開水面，從電子秤可以得到圓環離開水面前後的重量變化，經過公式換算，即是表面張力。



圖一：表面張力測定儀裝置圖（參考附錄說明照片一）

三、使用原理：

(一)槓桿原理：

抗力點位於支點及施力點之間，優點是可用較小的力量舉起或移動較重的物體，例如：手推車、核桃鉗、開瓶器、裁紙刀皆屬這一類。

我們使用此方法的原因是方便我們測量，而當槓桿平衡時，由槓桿原理可知施力對支點產生的力矩必等於抗力對支點產生的力矩。即

$$\text{施力} \times \text{施力臂} = \text{抗力} \times \text{抗力臂}$$

(二)定滑輪原理：

定滑輪滑輪的軸固定不動。它是支點在中間，且兩臂等長的槓桿應用。我們使用定滑輪的目的，是爲了改變力的作用方向而且減少震動誤差，達到方便操作的目的。

(三)自製表面張力儀器公式推導：

由槓桿原理得知：施力 \times 施力臂 = 抗力 \times 抗力臂，在我們這一組的自製儀器中，鋁圓環的拉線和鋁槓的交點即抗力點，鋁槓放在電子秤的位置即施力點，支點位在施力點的另一端，施力點到支點的距離即爲施力臂(100 cm)，抗力點到支點即爲抗力臂(40 cm)。而鋁環圓周 (附註) 爲 $7.15 \times \pi$ cm (π 取 3.14)。

故若施力點 = α gw，而抗力點 = β gw，則 $\alpha \times 100 = \beta \times 40$ ，此時 $\beta = 2.5 \times \alpha$

又因 $\beta \div (3.14 \times 7.15) = \text{表面張力}(\text{gw/cm})$ 得：表面張力 = $2.5 \times \alpha \div 3.14 \div 7.15$

* 附註：鋁環圓周的計算是以外徑周長加上內徑的周長除以 2 所得(參考附錄圖九、圖十說明)。

三、實驗步驟：

(一)探討各種水質對表面張力的影響

1. 取各種不同廠牌的水，測量並比較不同種類的水的表面張力，計有：實驗室自來水、My Water 礦泉水、彰化市福山里的地下水、逆滲透水、埔里水、麥飯石礦泉水各取 1000ml，測十次表面張力，求平均值。

(二)探討酸鹼度對表面張力的影響

1. 取 1000ml 的蒸餾水加氫氧化鈉 NaOH，分別測量當其 pH 值爲 13 和 9.3 時的表面張力，各測量十次鹼性溶液的表面張力，求其平均值。
2. 取 1000ml 蒸餾水加鹽酸 HCl，分別測量當其 pH 值爲 4.5 和 1.5 時的表面張力，各測量十次酸性溶液的表面張力，求其平均值。

(三)探討糖及鹽的濃度是否會影響表面張力

1. 取 1000ml 蒸餾水，分別加入果糖 15g、30g、45g、60g、75g、90g，攪拌均勻，測量十次溶液表面張力，求其平均值。
2. 取 1000ml 的蒸餾水，分別加入 40g、80g、160g、200g、240g、280g、320g、360g 的食鹽(NaCl)，測量十次溶液表面張力，求其平均值。

(四)探討各種清潔劑對表面張力的影響

1. 取 1000ml 的蒸餾水，分別加入 3g 沐浴乳、3g 洗面乳、3g 洗手乳、3g 洗衣粉，攪拌均勻後，測量其 pH 值與溫度後，各測量十次溶液表面張力，求其平均值。

(五)探討溫度對表面張力的影響

1. 利用冰水冷卻容器，分別使水溫到達 10°C 與 20°C 時，測量十次表面張力，求其平均值。
2. 利用瓦斯爐加熱容器，分別使水溫到達 30°C 與 40°C 時，測量十次表面張力，求其平均值。

(六)探討各種飲料表面張力的差異

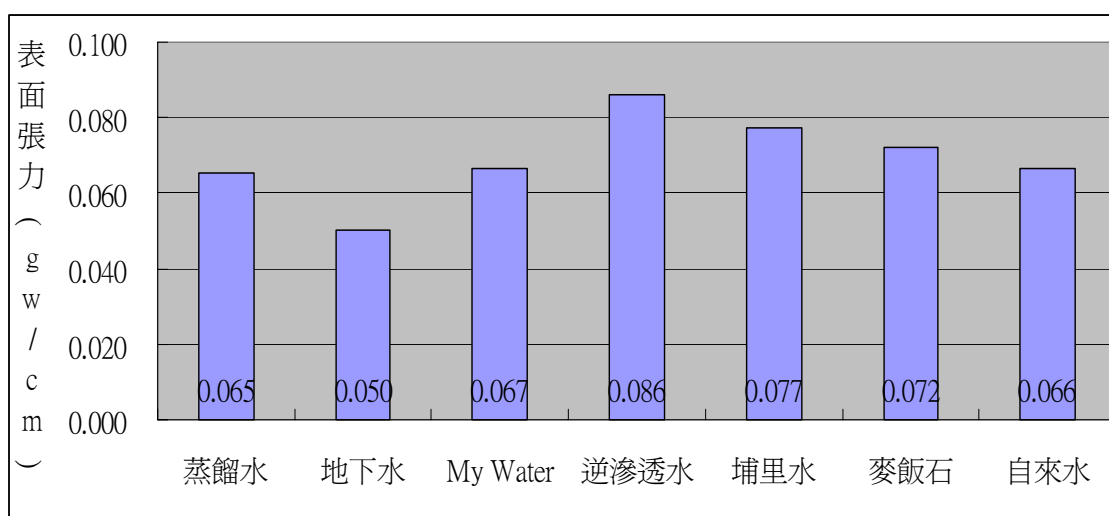
1. 分別取 1000ml 的麥仔茶、綠茶、梅子綠茶、牛奶、運動飲料、柳橙汁，測量其 pH 值與溫度後，各測量十次表面張力，求其平均值。

陸、研究結果：

一、探討各種水質對表面張力的影響 (1000ml，水溫：26°C)

水質種類	表面張力(gw/cm)										平均
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
蒸餾水	0.059	0.062	0.053	0.049	0.064	0.060	0.085	0.058	0.090	0.068	0.065
地下水	0.036	0.040	0.066	0.031	0.055	0.032	0.055	0.055	0.072	0.059	0.050
My Water	0.081	0.065	0.073	0.105	0.070	0.045	0.046	0.064	0.044	0.073	0.067
逆滲透水	0.053	0.034	0.098	0.045	0.034	0.048	0.089	0.068	0.078	0.314	0.086
埔里水	0.075	0.082	0.123	0.063	0.050	0.062	0.077	0.095	0.075	0.069	0.077
麥飯石	0.107	0.037	0.073	0.053	0.071	0.107	0.075	0.041	0.098	0.061	0.072
自來水	0.050	0.062	0.053	0.050	0.082	0.061	0.109	0.059	0.091	0.048	0.066

表二：各種水的特性對表面張力的影響



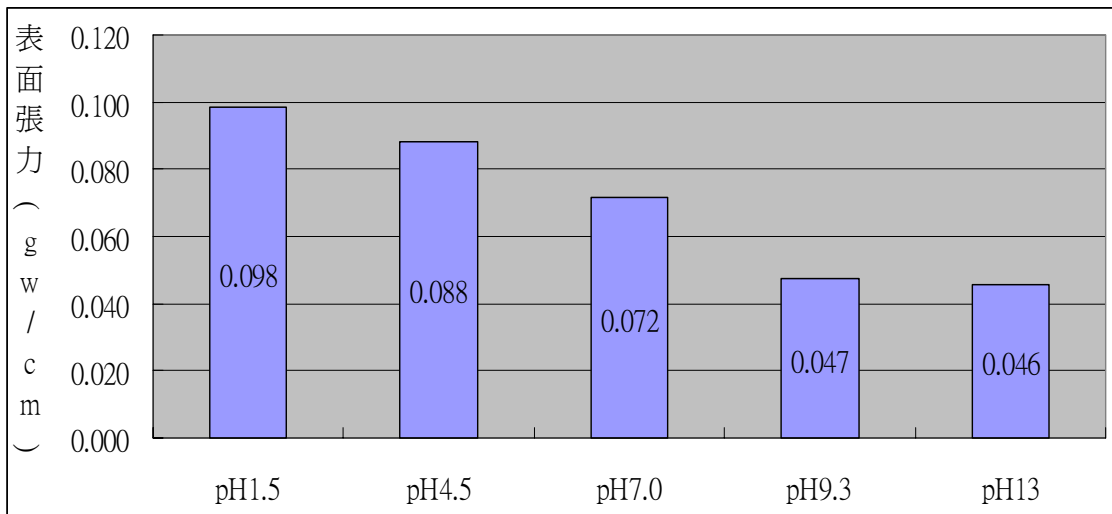
圖二：各種水的特性對表面張力的影響

由圖二得知，不同種類的水，其表面張力不同，我們所測量的種類中以逆滲透水的表面張力最大(0.086gw/cm)，地下水的表面張力最小(0.050 gw/cm)。除了地下水比其他種類的水小很多之外，其他種類的水表面張力差距都不大。

(二)酸鹼度對表面張力的影響 (1000ml 蒸餾水，水溫：24.5°C)

ph 值	表面張力(gw/cm)										
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	平均
pH1.5	0.076	0.102	0.107	0.150	0.110	0.064	0.111	0.093	0.090	0.084	0.098
pH4.5	0.100	0.087	0.102	0.087	0.089	0.079	0.087	0.082	0.087	0.082	0.088
pH7.0	0.064	0.052	0.086	0.102	0.043	0.089	0.071	0.032	0.084	0.093	0.072
pH9.3	0.041	0.057	0.052	0.023	0.048	0.037	0.053	0.059	0.061	0.043	0.047
Ph13.0	0.050	0.004	0.043	0.064	0.048	0.062	0.057	0.040	0.024	0.066	0.046

表三：酸鹼度對表面張力的影響



圖三：酸鹼度對表面張力的影響

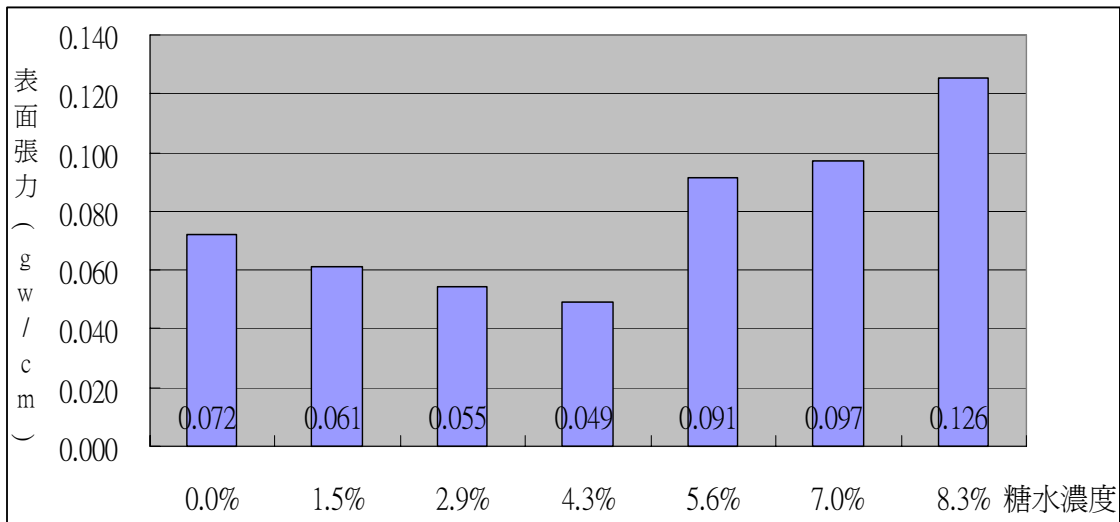
由圖三得知：溶液的 pH 值不同會影響水溶液的表面張力，表面張力隨著 pH 值增加而減小，其中以酸性溶液 pH 值 1.5 的表面張力較大(0.098gw/cm)，而鹼性 pH 值 13 的溶液表面張力較小(0.046gw/cm)。而且在我們的測量中，兩種鹼性溶液 pH 值 13 和 pH 值 9.3 的表面張力差距只有 0.001gw/cm，比兩種酸性溶液 pH 值 1.5 和 pH 值 4.5 表面張力差距 0.01gw/cm 還小了將近 10 倍。

三、糖及鹽的濃度對表面張力的影響

(一)糖水濃度對表面張力的影響 (1000ml 蒸餾水，水溫：24.5°C)

糖水濃度	表面張力 (gw/cm)										平均
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
0.0%	0.064	0.052	0.082	0.070	0.043	0.089	0.091	0.052	0.084	0.093	0.072
1.5%	0.073	0.050	0.031	0.075	0.075	0.048	0.052	0.048	0.076	0.081	0.061
2.9%	0.039	0.067	0.078	0.047	0.037	0.043	0.068	0.027	0.077	0.062	0.055
4.3%	0.032	0.030	0.037	0.055	0.085	0.034	0.056	0.043	0.047	0.072	0.049
5.6%	0.072	0.048	0.057	0.107	0.045	0.047	0.075	0.096	0.278	0.089	0.091
7.0%	0.090	0.109	0.069	0.118	0.072	0.094	0.157	0.061	0.121	0.080	0.097
8.3%	0.125	0.137	0.120	0.169	0.164	0.149	0.093	0.151	0.081	0.068	0.126

表四：糖的濃度對表面張力的影響



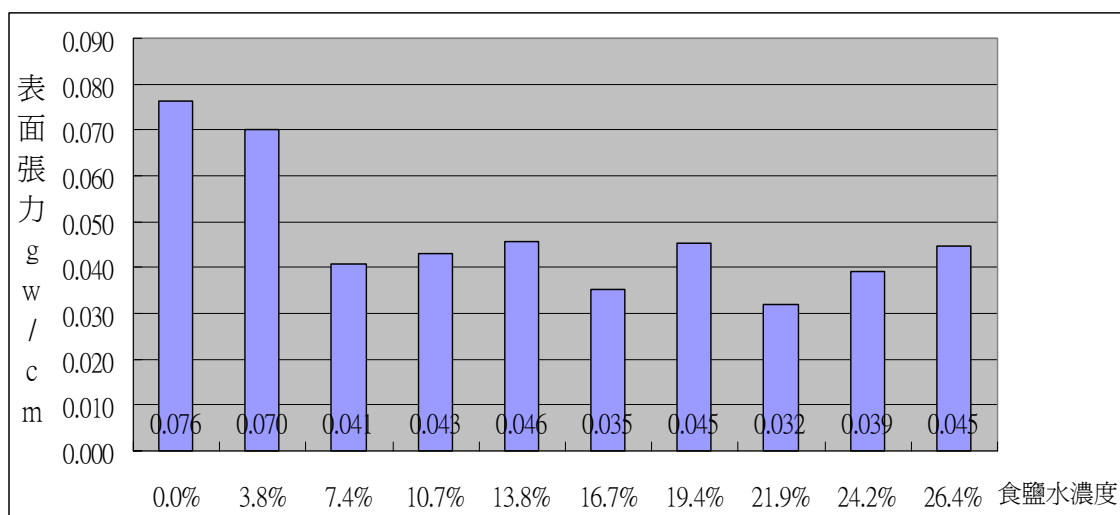
圖四：糖的濃度對表面張力的影響

由圖四得知：糖水的表面張力會因濃度不同而變化，當糖水濃度在 0%~4.3%之間，溶液的表面張力越來越小，其中以濃度 4.3%的表面張力最小(0.049gw/cm)。而當糖水濃度在 5.6%~8.3%之間，溶液的表面張力越來越大，而在濃度 8.3%時有最大值(0.126gw/cm)。

(二)食鹽水濃度對表面張力的影響 (1000ml 蒸餾水，水溫：25℃)

鹽水濃度	表面張力(gw/cm)										
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	平均
0.0%	0.064	0.052	0.116	0.102	0.043	0.089	0.091	0.032	0.084	0.093	0.076
3.8%	0.069	0.046	0.066	0.059	0.078	0.121	0.103	0.045	0.052	0.062	0.070
7.4%	0.027	0.052	0.036	0.045	0.027	0.029	0.027	0.043	0.050	0.075	0.041
10.7%	0.043	0.029	0.018	0.032	0.021	0.057	0.036	0.068	0.048	0.080	0.043
13.8%	0.068	0.039	0.025	0.052	0.043	0.036	0.041	0.053	0.016	0.084	0.046
16.7%	0.094	0.048	0.034	0.007	0.046	0.011	0.018	0.012	0.050	0.032	0.035
19.4%	0.053	0.016	0.059	0.057	0.016	0.029	0.052	0.052	0.062	0.059	0.045
21.9%	0.021	0.039	0.041	0.029	0.025	0.032	0.029	0.039	0.041	0.023	0.032
24.2%	0.078	0.032	0.050	0.029	0.039	0.045	0.027	0.029	0.029	0.036	0.039
26.4%	0.057	0.025	0.068	0.041	0.064	0.036	0.046	0.037	0.037	0.036	0.045

表五：食鹽水濃度對表面張力的影響



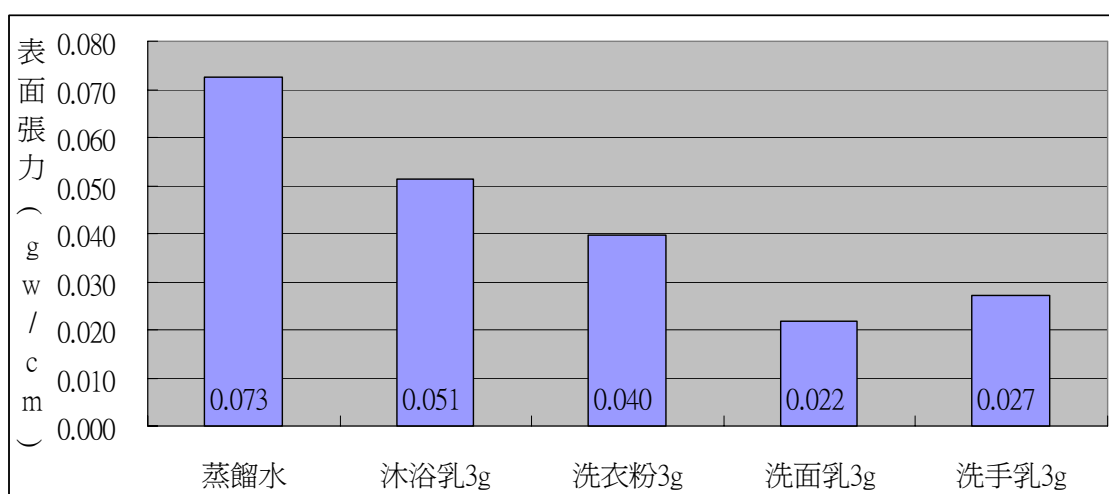
圖五：食鹽水濃度對表面張力的影響

由圖五得知：食鹽水的表面張力會因濃度不同而變化，加入食鹽的溶液表面張力都比蒸餾水還小，但是隨著濃度的增加，表面張力並沒有呈一定的比例來減少，而其中以濃度 21.9% 的表面張力最小(0.032gw/cm)，而在濃度 3.8% 時有最大值(0.070gw/cm)。

四、各種清潔劑對表面張力的影響 (3g 清潔劑，1000ml 蒸餾水，水溫：27.4°C)

		表面張力 (gw/cm)										
清潔劑	pH 值	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	平均
蒸餾水	7	0.054	0.062	0.096	0.082	0.073	0.062	0.072	0.065	0.082	0.078	0.073
沐浴乳	9.4	0.077	0.044	0.087	0.041	0.046	0.052	0.064	0.035	0.022	0.046	0.051
洗衣粉	8.2	0.041	0.056	0.049	0.041	0.043	0.029	0.036	0.051	0.021	0.031	0.040
洗面乳	6.5	0.021	0.018	0.021	0.016	0.018	0.020	0.021	0.029	0.029	0.025	0.022
洗手乳	9.6	0.032	0.021	0.020	0.027	0.032	0.027	0.032	0.025	0.030	0.027	0.027

表六：清潔劑對表面張力的影響



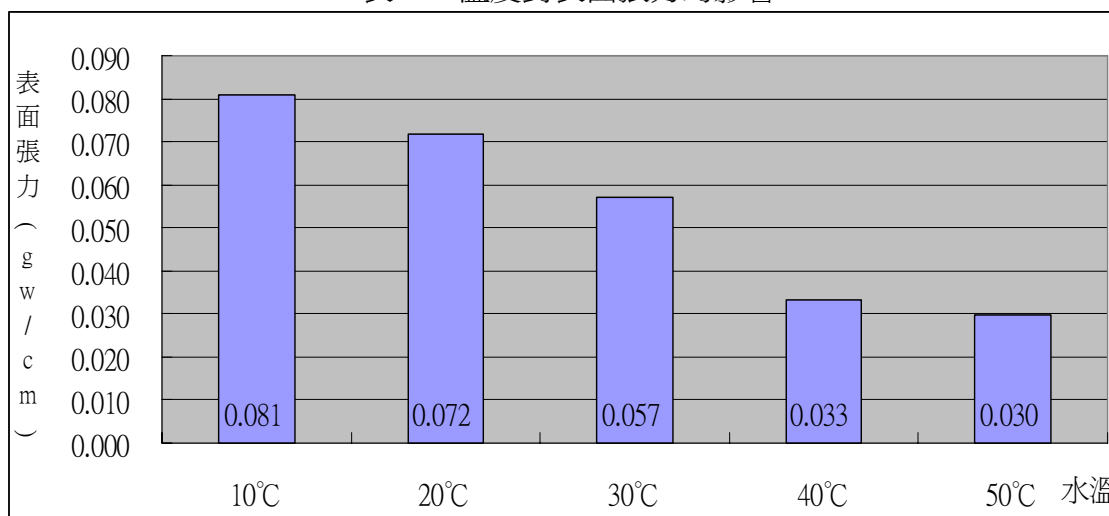
圖六：清潔劑對表面張力的影響

由圖六可知：加入不同的清潔劑的水溶液其表面張力不同，而且都比蒸餾水的表面張力小，而且依序是蒸餾水 > 沐浴乳 > 洗衣粉 > 洗手乳 > 洗面乳，其中以洗面乳水溶液的表面張力最小 (0.022gw/cm)。

五、溫度對表面張力的影響 (1000ml 蒸餾水)

水溫	表面張力 (gw/cm)										
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	平均
10°C	0.073	0.083	0.066	0.055	0.099	0.081	0.116	0.094	0.064	0.077	0.081
20°C	0.071	0.089	0.083	0.076	0.061	0.064	0.100	0.053	0.059	0.061	0.072
30°C	0.063	0.042	0.062	0.082	0.044	0.040	0.070	0.055	0.066	0.047	0.057
40°C	0.036	0.036	0.040	0.046	0.037	0.002	0.040	0.032	0.033	0.033	0.033
50°C	0.033	0.022	0.028	0.036	0.019	0.032	0.039	0.034	0.027	0.029	0.030

表七：溫度對表面張力的影響



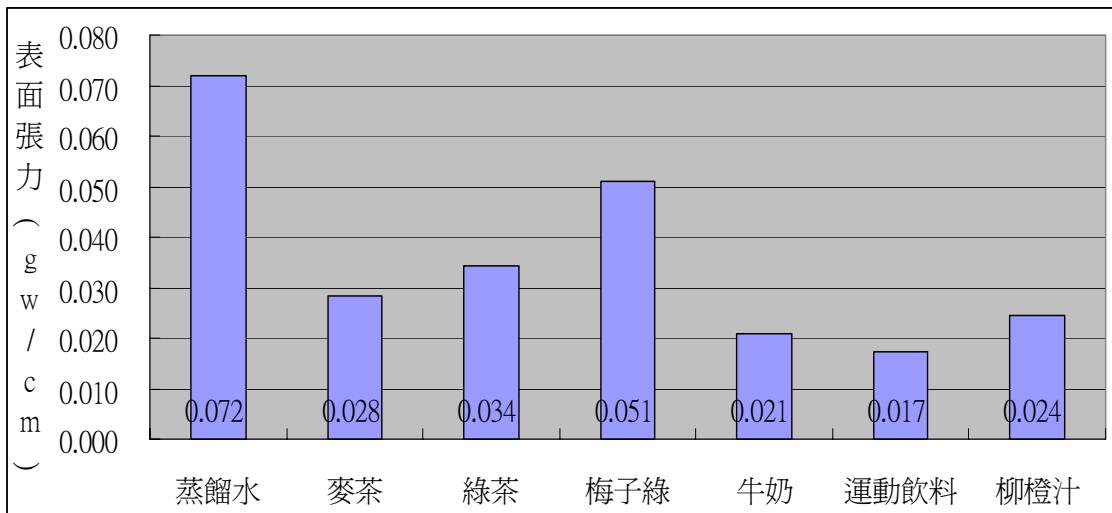
圖七：溫度對表面張力的影響

由圖七得知：不同溫度的蒸餾水，表面張力不同。從我們所測量的 5 種溫度中可以看出，溫度越高，表面張力越小，溫度越低，表面張力越大，其中以水溫攝氏 50 度時表面張力最小(0.030gw/cm)，蒸餾水攝氏 10°C 時表面張力最大(0.081gw/cm)。

六、各種飲料的表面張力差異(各取 1000ml，溫度 27°C)

種類	pH 值	表面張力(gw/cm)										平均
		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
蒸餾水	7	0.064	0.052	0.082	0.070	0.043	0.089	0.091	0.052	0.084	0.093	0.072
麥茶	5.7	0.037	0.029	0.030	0.041	0.021	0.020	0.032	0.030	0.025	0.018	0.028
綠茶	6.1	0.041	0.036	0.034	0.029	0.030	0.039	0.037	0.037	0.020	0.039	0.034
梅子綠	4.2	0.075	0.073	0.050	0.050	0.055	0.039	0.036	0.036	0.048	0.050	0.051
牛奶	6.9	0.021	0.029	0.029	0.023	0.029	0.012	0.020	0.014	0.016	0.018	0.021
運動飲料	3.6	0.018	0.016	0.023	0.018	0.014	0.016	0.016	0.018	0.016	0.018	0.017
柳橙汁	3.6	0.030	0.023	0.036	0.021	0.027	0.018	0.030	0.020	0.018	0.021	0.024

表八：各種飲料表面張力的差異



圖八：各種飲料表面張力的差異

由圖八可知：不同的飲料的表面張力不同，而且都比蒸餾水的表面張力小，表面張力大小依序是蒸餾水 > 梅子綠 > 綠茶 > 麥茶 > 柳橙汁 > 牛奶 > 運動飲料，飲料中以梅子綠的表面張力最大 (0.051gw/cm)，運動飲料的表面張力最小 (0.017gw/cm)。

柒、討論：

- 一、由於表面張力，很難以一般的磅秤工具來測量得知，因此我們決定利用槓桿原理抗力點在中間，施力點、支點在兩側)來測量液體的表面張力，採用這樣的方式是讓我們方便操作，但是這樣會把表面張力的數據縮小，由於超過了一般磅秤的稱量範圍，所以我們改用可以測量到 0.01gw 的電子秤，以增加測量精確度。
- 二、測量的過程中，由於手的震動而造成電子秤上的數值震動過大，增加人為誤差，所以我們應用定滑輪原理製作一個操作平台，減少因震動而造成的實驗誤差，將誤差值縮小，以增加所測量的表面張力之數值的正確性。
- 三、測量酸鹼對表面張力的影響時，由於對酸鹼濃度的調配缺乏概念，因此第一次配成了強酸(pH0.5)強鹼(pH15)，經由和老師討論過後，我們配出了正確的 pH 值，但是在

配 pH4.5 的 HCl 溶液時，原本考慮使用弱鹼滴入強酸中來配置，但是由於 pH 值接近中性時，瞬間的變化很大，又考慮酸加入鹼會影響其水溶液的組成，所以我們後來還是純粹使用 HCl 來配置溶液。

- 四、因為考慮到生鏽的問題，經過討論後決定用鋁來製作圓環，使實驗不受鐵鏽的影響，鋁圓環的製作是請同學的爸爸用精密車床來鑽孔和製作。
- 五、在測量溫度對表面張力的影響時，我們這組原先認為：先將水加熱到 50°C 再依次使它冷卻降溫至 40°C、30°C、20°C、10°C，可以減少操作上的困難，但經由我們的實驗發現：當水溫加熱到 50°C 之後，就很難使水降溫，因此改由低溫加熱到高溫，而我們並沒有以 60°C 以上的水來做實驗，是因為水溫 60°C 變化的較快且較難維持，而且在調整鋁圓環時溫度也很高，操作較為困難。
- 六、測量清潔劑對表面張力的影響時，由於溶解時經過了反覆的攪拌，使得溶液的表面懸浮了一層濃厚的泡沫，泡沫影響到測量表面張力，因此改用燒杯裝滿清潔劑溶液，沿著玻棒，倒入玻璃水缸中，就能減少液體表面的泡沫，而我們也嘗試用洗髮乳和洗碗精來做實驗，然而即使把濃度降到很低，鋁環在拉起的時候會跟隨著一層很難破掉的泡泡，原因可能是洗髮乳和洗碗精的界面活性劑含量比較多，而讓我們無法測量溶液的表面張力，所以我們便不採用此兩種清潔劑。
- 七、從書籍以及網路找到的資料，我們知道影響液體表面張力的因素有很多，例如：pH 值、溶液濃度、溫度…等等。而針對我們這次的實驗設計，也讓我們了解到影響溶液表面張力的因素還有：水質；不同濃度的糖水溶液和鹽水溶液，其表面張力也有明顯的變化(如圖二、圖四及圖五)，但是較不規則。另外，我們也瞭解了溶液表面張力和溫度的關係，溫度越高，表面張力越小；溫度越低，表面張力越大(如圖七)。以上都跟我們所找到的資料相符合。並且不同的水質，表面張力也會不同，但除了逆滲透水表面張力較大外，其他種類的水表面張力都相差不大(如圖二)。不同的 pH 值對表面張力也有所影響，pH 值越高，表面張力越小，pH 值越低，表面張力越大(如圖三)。各種清潔劑的表面張力也不同，加入清潔劑的蒸餾水表面張力會變小，而我們日常生活用來洗滌身體的三種清潔用品，洗面乳水溶液的表面張力又比沐浴乳和洗手乳水溶液的表面張力還小(如圖六)，我們討論後覺得有可能是洗面乳含有某些成分可以讓表面張力變小，以增加洗臉的效果，或是可能有某些成分(例如：乳液)要幫助臉部吸收，但這只是我們的討論猜測，尚待進一步證實。
- 八、在實驗(四)中，我們測量各種清潔劑的 pH 值，然後再比較實驗(二)酸鹼度對表面張力的關係(鹼性溶液的表面張力較小)，雖然洗手乳和沐浴乳的 pH 值都比洗面乳大，但是其表面張力卻沒有比洗面乳小，可見洗面乳的內容物溶於水的影響比 pH 值來的大。
- 九、在實驗(六)中，我們測量各種飲料的 pH 值，然後也比較實驗(二)中酸鹼度對表面張

力的關係 (酸性溶液的表面張力較大)，雖然運動飲料和柳橙汁 pH 值都比梅子綠小，但是其表面張力卻比梅子綠小，可見運動飲料和柳橙汁的內容物比 pH 值影響來的大。

十、我們的實驗是採用自製的儀器來測量，所測量出來的數據和真正的實際值是有落差：
(一)以蒸餾水當對照組時，因為室溫的影響，使蒸餾水溫度不定(20°C ~30°C)，因此導致表面張力有些微變化。

(二)我們所查到的資料蒸餾水的標準應該是 0.0742gw/cm，其中我們測量的數據誤差從 1.6%到 9.7%不等。還有在測試各種溫度的表面張力，例如 40°C 的標準值應該是 0.070 gw/cm，但是我們所測量值的卻是 0.033 gw/cm，誤差高達 53%。

我們覺得這些誤差可能來自下列兩種：

1. 系統的誤差：

- (1)定滑輪滑動時會產生摩擦力，讓我們有時候並不能很平順的將平台下壓，這是系統的誤差。
- (2)支點的轉軸，在槓桿轉動的過程中，也會有摩擦力。
- (3)測量多次後鋁圓環會稍微偏移，我們會作些微調整(如照片五)，但是調整過後，必須使用電子秤再歸零一次，因此可能導致所測量出來的數據不一致。
- (4)測量所有數據的日期不一致，加上蒸餾水的取得並非同一桶水，還有溫度和環境的影響可能也是造成誤差的因素。

2. 人爲的誤差：

- (1)電子秤的數據跳動很快，我們有時候並沒有看到最大的測量數值便做下紀錄，導致這些所測量的數據有誤差。
- (2)測量鋁圓環離開水面前的瞬間(如照片三、四)，必須用眼睛觀看來做判斷，所以測量過程中，不一定每次判斷都能保證是同一個位置，再加上我們經常輪流觀看避免眼睛疲勞，所以可能導致測量標準不一致。

捌、結論：

- 一、利用槓桿原理、定滑輪原理所自製的表面張力測量儀，可以用來測量表面張力的大小。
- 二、不同水質有不同表面張力，所以可用表面張力判斷水質，以蒸餾水的表面張力最大。
- 三、不同酸鹼值有不同的表面張力，酸性水溶液表面張力大，鹼性水溶液表面張力小，所以表面張力也可以用做判斷水的酸鹼程度的一種方式。
- 四、不同濃度的糖水和食鹽水溶液具有不同表面張力，而且表面張力都比蒸餾水小，但濃度和表面張力不一定有正比的關係。
- 五、加入不同清潔劑的水溶液具有不同表面張力，加入清潔劑後的表面張力都比蒸餾水小。
- 六、不同溫度的蒸餾水表面張力也不同，溫度越高則表面張力越小。
- 七、各種不同的飲料表面張力不同，而且飲料的表面張力比蒸餾水小。

玖、參考資料：

- 一、國中理化第一冊第 9 頁至第 11 頁，國立編譯館，87 年 8 月。
- 二、國中理化第三冊第 61 頁至第 69 頁，國立編譯館，88 年 8 月。
- 三、高中普通物理第九章，國立編譯館 86 年 8 月。
- 四、網路資源

1.http://content.edu.tw/junior/phy_chem/ty_lk/std/content/enage/cph17/cphh4.htm

2.<http://www.cgan.com/book/books/print/owbalance/links/face.htm>

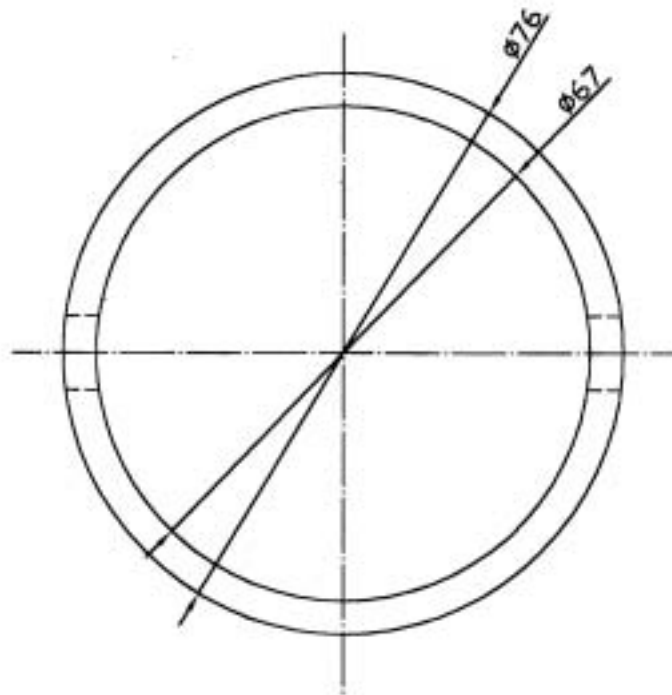
3.<http://www.msjh.tp.edu.tw/expakn.phtml?9>

4.<http://ezphysics.nchu.edu.tw/physiweb/up/html/SURF.htm>

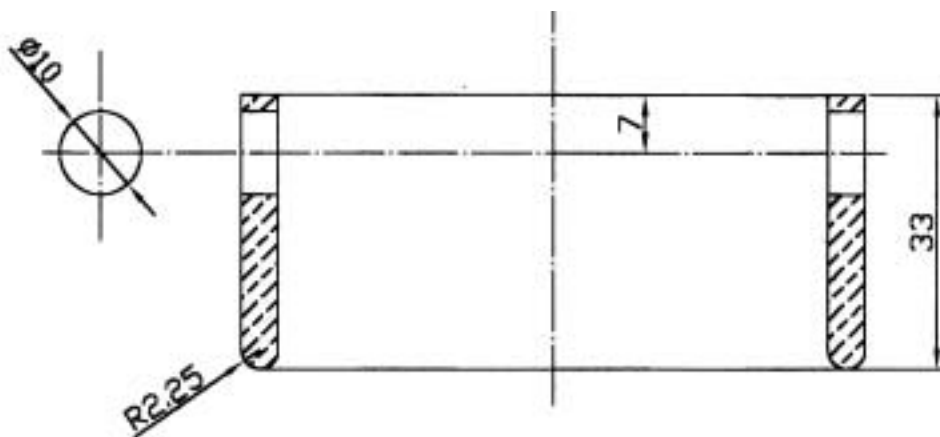
5.http://pei.cjjh.tc.edu.tw/chem._39_5.htm

附錄：

一、 鋁環製作說明：



圖九：鋁圓環正面俯視圖(外徑 76mm，內徑 67mm)



圖十：鋁圓環側視圖

說明：

1. 用鋁作圓環材料以避免與水接觸生鏽。
2. 圓孔與圓環上下底面必須相互平行。
3. 圓孔與圓環上下底必須與圓環中心垂直。
4. 圓孔中心必須通過圓環中心以確保平衡。
5. 下底用 R2.25 成形刀具加工以利形成水膜。
6. 用切削加工中心機製作以確保精度。

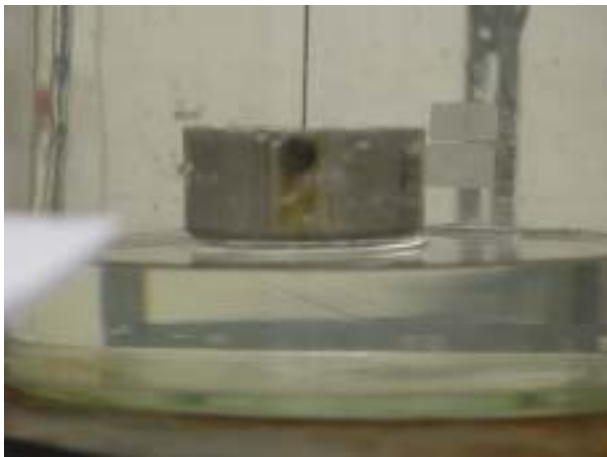
二、 操作照片：



照片一：自製表面張力測定儀。



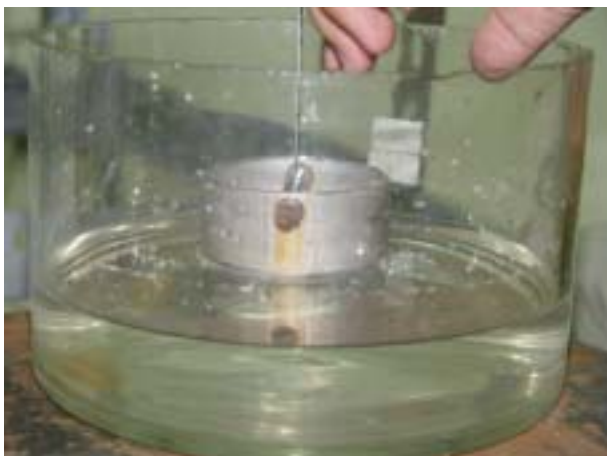
照片二：操作測定儀側面圖。



照片三：鋁環離開水面瞬間



照片四：鋁環離開水面瞬間



照片五：微調整鋁圓環的平衡

評語

030111 國中組物理科 佳作

被忽略的神秘力量-表面張力的研究

本作品之實驗設計堪稱創新，對各種液體之表面張力量測亦甚完整，對誤差亦多所討論。然如能對某些變因如溫度、濃度作更大的變化及更好的控制，並集中題目將更有說服力。