

作品名稱：毛細現象的另一章

高小組 物理科 第二名

縣市：高雄縣

作者： 鍾牧辰、黃炳曄

吳昇鴻、賴軒汝

校名：龍目國小

指導教師： 曾永美、鍾志輝

關鍵詞：毛細現象、下降法、表面張力



賴
軒
汝

吳
昇
鴻

曾
永
美
老
師

黃
炳
曄

鍾
牧
辰

一、 研究動機

自然課的時候老師做了毛細現象實驗，將毛細管放入液體中，液體會沿著毛細管內壁上升，到某一高度就會停止，我們可以藉者測出高度及比重、管之半徑測出表面張力。當老師示範完之後，由我們自己操作，但是我們發現所量出的高度與老師不同，經過分析之後我們才發現，原來差別是老師是將毛細管放入液體中，液體慢慢上升，而我們卻是在老師實驗後將毛細管提起，此時液面會慢慢下降到某一高度，所以高度就不同了。這引起我們好奇，就只是這樣提起毛細管的一個簡單的做法，液面升高的高度就不一樣同了，經與老師討論之後我們打算去找出原因，因此我們就設計此實驗來探討。

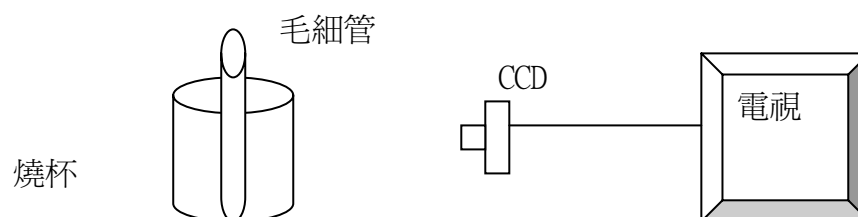
二、 研究目的

1. 利用下降法及上升法求表面張力的大小，並和標準值作比較，驗證是否正確。
2. 探討下降法是否適合用於上升法的久伶定律，以應證是否合乎上升法的公式。
3. 探討其他影響因素，希望能了解和傳統上升法不同的原因。

三、研究過程

(一) 實驗設計及裝置

1. 裝置



(圖一)

2. 器材：小型 CCD (針孔攝影機)、電視、燒杯、不同口徑毛細管數支、電阻溫度計、比重計、放大鏡
3. 材料：酒精、甘油、苯、蒸餾水、四氯化碳

(二) 實驗步驟

1. 將把毛細管放入被測液體中，此時管內液面自然上升，直到液面停止上升時，測量高度。
2. 慢慢的提高毛細管，再往上提過程中可看到管內液體的表面下降的現象，觀察到這個現象後停止上提，最後細管內液面下降到一個確定高度，不再下降，測量其高度。此高度即為上升法的高度。重複 1.2 兩步驟三次，求其平均值。
3. 仿此步驟改變各種變因。

(三) 利用下降法及上升法求表面張力的大小。

1. 數據

溫度：20°C 待測液體：蒸餾水 20°C時水的比重：0.9982。

表面張力標準值：73.00 達因/cm

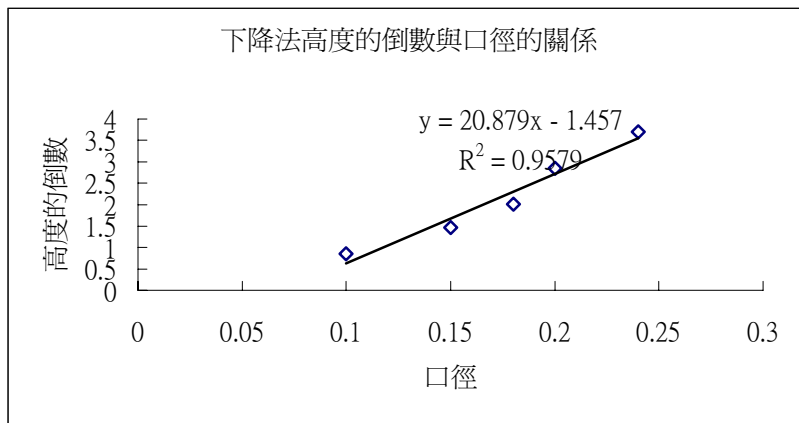
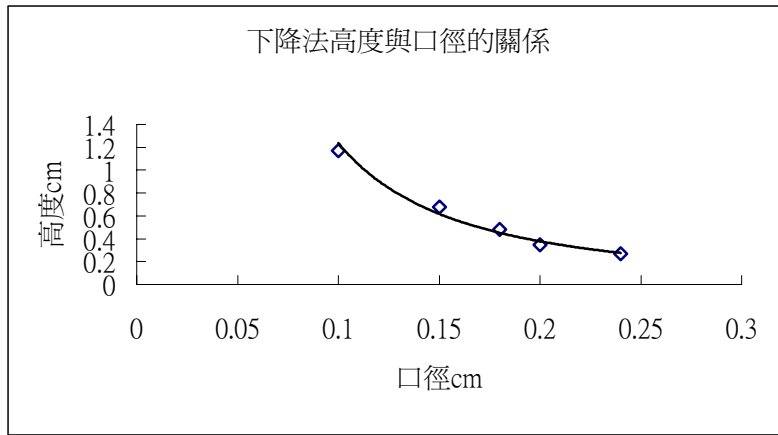
百分誤差 = (測量值 - 標準值) ÷ 標準值 × 100%

方法 被測量 毛細管	上升法				下降法			
	h (cm)	d (cm)	表面張力 T 達因/cm	百分誤差%	h (cm)	d (cm)	表面張力 T 達因/cm	百分誤差%
I	1.30	0.10	63.82	12.27	1.58	0.10	77.58	6.63
II	0.70	0.15	51.40	29.34	0.92	0.15	67.76	6.86
III	0.62	0.18	53.03	27.11	0.73	0.18	68.93	5.25

表一 所測得液體表面張力

討論：從上面的表格可以看出，上升法測的表面張力比標準值總是偏小，與前面分析的結果一樣。另外百分誤差的值很大，已經達到不能使用的地步。而用下降法測的結果，其百分誤差小，。此結果說明了由高度的測量方法引起的系統誤差，已經縮小到了可以接受的程度，但是我們的實驗系統中依然存在著引起誤差的其他因素。

(四)探討下降法是否適用於上升法的久伶定律。不同口徑的液體，在下降法中，其口徑與高度的關係。



圖三 口徑與高度的關係圖

- 討論：
1. 下降法中，口徑與高度的倒數，從圖形中可看出實驗值其相關值為 0.9646 已相當接近 1，大約成反比的關係，這與上升法的久伶定律很吻合。
 2. 圖形中的直線沒經過原點，因是測量時所產生的誤差，這裡是值得修改的地方。
 3. 毛細管要重複使用，應用洗碗精清洗，在用水沖洗完畢，再用烘乾機烘乾之後再使用，才不會有液體餘留在管內，當然也可以使用新的毛細管。
 4. 口徑大小我們是用紅色印泥印在紙張上，再用游標尺量出。
 5. 口徑在 0.20 以後用下降法高度都降回上升法的高度，可見下降法得毛細管口徑有一定的限制，若說是分子間作用力的影響，可見分子間作用力的影響是有一定的範圍。

6.經由這個檢驗，我們相信下降法是適用於傳統表面張力的理論，只是造成高度差的原因在哪裡，擬繼續由液體本身去探討。

(五) 探討其他影響因素，希望能分析出與傳統上升法不同的原因。

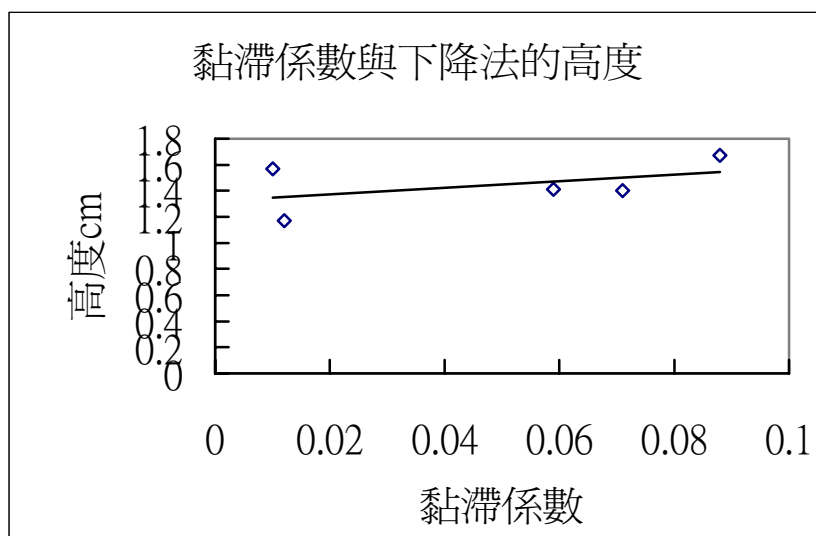
假設一

我們分析造成高度差的原因可能是因傳統式的毛細管上升法，是用表面張力推得的結果，而沒有考慮液體分子間作用力，因分子間作用力阻擋高度的上升，而當我們用力將其上提時，就抵銷了分子間作用力的影響，因此增加了高度。我們就以類似模擬性的黏性及溫度來實驗，是否分子間作用力是這樣。

實驗應證

(1) .探討黏性的影響

下列物質不以純物質或混何物區分，只以黏性來考量
表三數據及圖略



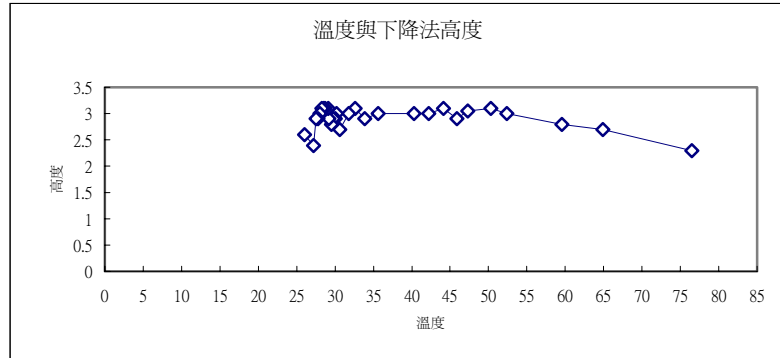
圖五

討論：

1. 由圖形上點的分布，可看出不論上升法或下降法高度有隨黏性上升而有一點上升的趨勢，不過上升很小，但是在高度差中黏性與高度差幾乎成一直線。可見越黏的液體，在上升過程中，受到黏性影響不大。
2. 甘油是黏性極小的液體，其上升及下降的高度幾乎為 0，可見黏性太小，不適用於用此法測表面張力。
3. 如果說黏性大代表分子間作用力大，則我們可以推知造成高度差與分子

間作用力的關係不大。這就與我們的假設有不太相應。

(2) 探討溫度與高度的關係



數據及圖略

討論：

1. 上升法溫度在 35°C 以後高度呈現穩定。
2. 下降法溫度在 50 度以後，高度有下降的趨勢，27 度到 35 度溫度呈現不穩定，50 度高度就沒有變化。溫度與高度差在 50 度以後，高度有下降的趨勢，27 度到 50 度溫度呈現很不穩定，50 度高度就沒有變化。
3. 從文獻中知到溫度高，表面張力較小。但經由我們的實驗知，溫度的影響要到達一定的溫度如 50°C 之後，才会有顯著的下降，可知從室溫到 50°C，所加的熱量不足以減少分子間作用力的影響，要到 50°C 以後增加的熱量才有對分子間作用力減少的影響。
4. 溫度再剛開始時，相當不穩定，可能是熱傳過來時要經過水及玻璃，而造成不均勻傳熱。

(3) 探討上下移動毛細管多次的影響

做法：將毛細管上下移動多次測其高度

上下次數	上升法高度 mm	下降法高度 mm
2	10±0.00	10±0.00
3	10±0.00	10±0.00
4	11±0.00	11±0.00
5	10±0.00	10±0.00
6	9±0.00	9±0.00

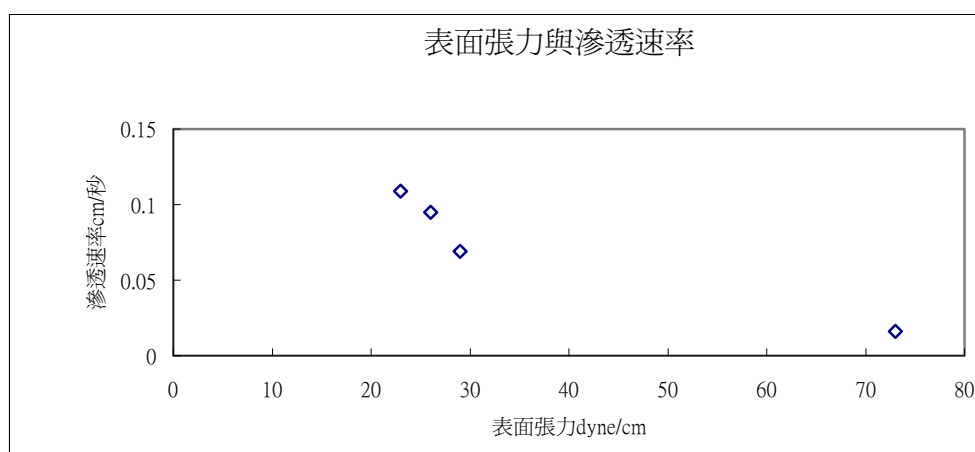
討論：將毛細管上下移動多次，由數值可知似乎沒有高度差。

立即結論：綜合上述三項討論，可知分子間作用力的影響不是很大，是故我們繼續提出下一個假設。

假設二 濕潤現象造成的影響

1. 表面張力大者，接觸角大，不濕潤，但是由於我們的設備無法得到 θ ，故以滲透速率表示其潤濕。

液體	表面張力 dyne/cm	距離 (cm)	時間 (秒)	滲透速率 (cm/秒)
酒精	22	2.5±0.02	23	0.109±0.02
四氯化碳	26	2.1±0.02	22	0.095±0.02
苯	29	1.6±0.02	23	0.069±0.02
水	73	0.7±0.02	45	0.016±0.02



討論：

1. 由實驗數據知表面張力大者，滲透速率小，也就是接觸角大，潤濕效果好。
2. 由於物質的關係，我們只取有表面張力標準值的。是故我們只有四點來探討。

三、 結論

1. 由實驗數據知下降法所測出的表面張力比用傳統上升法所測的為準確，但是對於太大口徑的毛細管，就不適用。
2. 而在口徑與高度的關係知成反比，符合久伶定律。可知既使因有些許的高度改變，還是遵守傳統的毛細現象，故表面張力還是影響毛細現象的主因。
3. 至於在這兩種方法中產生的高度差，我們提出分子間作用力影響的假設，經由黏性因素的探討，越黏的液體上升高度的影響，但是影響不是很大。
4. 溫度的影響要到達一定的溫度才會有下降，可知所加的熱量若不足則分子間作用力的影響就小，要到一定的溫度以後增加的熱量才有對分子間作用力產生的影響。
5. 經由多次將毛細管上下移動，使管壁充分濕潤，接觸角幾乎為 0，上升的高度幾乎沒有改變，下降法產生的效果就是一樣的道理，故對假設一的分子間作用力影響不大。
6. 我們提出第二假設由濕潤現象造成，由實驗之表面張力大滲透速率小，這與我們提出的假設相吻合，是故我們可以說毛細現象的高度沒有辦法達到理想高度是因濕潤產生的現象為主因。
7. 再闡述毛細管現象的道理時，可以採用上升法但是在測量毛細現象時，必須使用下降法，才能獲得與實際值較好的測量結果。

七、參考資料：

1. 吳文政（民 82）：轉動，彈性學及流體力學。一流出版社，頁 150-165
2. 趙承琛（民 89）：界面科學基礎。復文書局，頁 32-38
3. 楊介信、張大同：中學物理實驗大全。凡藝出版社，頁 70-71
4. 第七十屆科展高中物理組：斯托克斯定律的驗證及液體黏滯係數的探討
5. 楊文昌（民 89）基礎流體力學。五南圖書出版公司。頁 1023-1024

評語：

本作品能從毛細管被提起後會引起液面升降的現象而質疑傳統「毛細管上升法」的精確性。經過溫度、濕度、口徑變化之分析後證實毛細管，再提起之動作使液面調整高度後，可以提供較正確的表面張力值。作品具有創意，科學方法正確。

作者簡介

鍾牧辰的簡介：

我叫鍾牧辰，我的生日是 1 月 28 日。生活在小康家庭，有一個哥哥、一個弟弟，爸爸的工作是老師，媽媽的工作是在家做家事，平時我很愛玩、看電視及打電動，因此有時候成績好有時不好，我的脾氣暴躁但是還有溫柔的一面，很喜歡養小動物。國小四年級時我曾參加科展，那時是做奇妙的 3 字型，獲得高縣第二名，今年我們又再次參加，由於有經驗了，表現就比上一年好很多。做完了這次實驗我增加了很多知識，知道怎樣做研究，怎樣表達，也讓我學到如何跟人家相處，很感謝老師、校長及我的父母們讓我有這樣的成長機會。

黃炳曄的簡介：

住在盛產荔枝和鳳梨的高雄縣大樹鄉，家裡有爸爸、媽媽、妹妹和我共四個人，爸爸從事保險業，媽媽是研究人員，從小受到媽媽的薰陶，就嚮往長大以後當研究人員，埋首於實驗室中。較喜歡的科目是自然和數學，因我覺得這兩科很有動腦思考的空間，至於興趣還是較喜歡玩電腦、游泳和看書，我希望將來能成為像愛迪生及愛因斯坦一樣的科學家。

吳昇鴻的簡介：

生長在山明水秀的龍目村，顧名思義就是龍的眼睛，因這裡群山圍繞，物資豐富，氣候溫和，但是我從小就由大姨家撫養，小時候，沒見過我的父母親，直到讀大班的時候才與父母共同生活，是故我的成長背景較同年級的小朋友來說較多磨練的機會，這造就了我獨立的個性。我很喜歡做科展，從科展中讓我體會了何為做研究，畢竟那是很辛苦的，從思考、讀資料、做實驗、寫報告、講解等讓我吸收到很多我從來沒有德經驗及知識，再這次比賽中，我的心得是我覺得做科展可以增加知識，還可以進一步深入了解知識。

賴軒汝的簡介：

出生在台北縣的土城市，以前就讀廣福國小，直到小學三年級，因為爸爸工作的關係，全家人一起搬到高雄縣的龍目村，而我和妹妹、弟弟也到龍目國小就讀，說到我家的環境，應該算小康，我們現在住在爸爸工作的臨時工寮，全家人和樂融融的過日子。

在我的求學過程中雖然轉學過，但是對我影響不會很大，在龍目國小求學中，我參加過兩次科展，雖然很辛苦，可是這也是有代價的，第一次做科展，由於我們不熟沒經驗，只得到高雄縣物理科初小組的第二名，經過一年的努力，第二次比賽，因為我們有了上一次的經驗，所以就有較好的表現。科展讓我成長不少，希望以後還能繼續做科展。