

中華民國第42屆中小學科學展覽會

∴ 作品說明書 ∴

國中-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國中組

作品名稱：衣服是怎麼乾的？

關 鍵 詞：毛細作用、熱脹冷縮、界面活性劑

編 號：030815

學校名稱：

臺南市立新興國民中學

作者姓名：

鄧允中

指導老師：

藍鴻英



衣服是怎麼乾的？

壹、研究動機：

筆者有一次，觀察洗衣機洗完、脫水後，在衣架上陰乾的衣服，發現衣服上端先乾且感覺較熱，雖然這好像是理所當然的事，但筆者認為生物課本上所說的毛細作用，應該可以讓水上升，為何一定要上端先乾？後來冬天到了，媽媽洗厚重的衣服，在最後洗清時，都有加柔軟精（如毛寶之類），筆者卻發現衣服上下幾乎是同時乾的。另外，筆者從氣象方面的書籍得知，空氣的密度會影響氣流的升降，那為何衣服下端後乾？是否跟水蒸氣含量及氣流有關，故決定著手去調查衣服是如何乾的。

貳、研究目的：

- 一、使用自製之毛細管溫度計調查衣服表面產生的溫度變化
- 二、用氯化亞鈷試紙調查衣服表面空氣上下之水蒸氣含量
- 三、用毛細管上下並排以模擬衣服的情況
- 四、以小型電腦風扇製造風以證明表面氣流的影響
- 五、探討水層厚薄對蒸發速率的影響
- 六、在有界面活性劑存在時水層厚薄的蒸發速率

參、研究器材：

1. 毛細管、珍珠板、壓克力板、塑膠紙、夾子、鐵尺
2. 小型電腦風扇及直流電源供應器
3. 毛巾布、潤滑油
4. 氯化亞鈷試紙
5. 平底試管、試管架
6. 量筒、滴管
7. 數位相機
8. 電腦
9. 電腦軟體：PhotoImpact6.0、CorelDRAW9

肆、研究原理：

- 1、由於蒸發熱能的耗損，使得液體表面有一溫度梯度，產生了由表面張力所引發的自然對流。這個現象在薄的液層或急劇蒸發的系統中，占著相當重要的地位。如果有少量的界面活性劑存在，則會抑制此現象，使得蒸發速率明顯的降低。證明表面張力梯度及浮力所引發的自然對流在蒸發系統中所占的重要性。
- 2、當液體分子的內聚力小於其與紙張(或具他物質)之間的吸引力時，就會產生毛細現象。

伍、研究方法：

一、使用自製之毛細管溫度計調查衣服表面產生的溫度變化

- 1、毛細管溫度計的製作：利用空氣熱漲冷縮的原理，將毛細孔兩邊用低揮發性的潤滑油塞住，中間留空氣，這樣如果溫度變化的時候，油的位置也會因空氣的體積增減而變化了。
- 2、用針線把毛細管溫度計縫上去。
- 3、將布掛在具有一面透明壓克力板的珍珠板箱子中。
- 4、用噴霧器噴上水。
- 5、輕輕的把毛細管上的水滴擦掉。

二、用氯化亞鈷試紙調查衣服表面空氣上下之水蒸氣含量

- 1、將多張氯化亞鈷試紙用膠帶連成一長條
- 2、用微波爐使其乾燥
- 3、將濕布掛在具有一面透明壓克力板的珍珠板箱子中
(在這之前先把濕布在箱中垂放個 1 小時)
- 4、將氯化亞鈷試紙條貼在壓克力板上(面對布的那一面)，使其和布保持一段距離
- 5、快速的拍照



(圖 1)

三、用毛細管上下並排以模擬衣服的情況

- 1、在塑膠固定片上每 2mm 水平放置裝水毛細管(如圖 2)
- 2、將固定片放進具有一面透明壓克力板的珍珠板箱子(如圖 3)
- 3、接下來就慢慢等待，每四小時照一張相



(圖 2)



(圖 3)

四、以小型電腦風扇製造風，以證明表面氣流的影響(此實驗有分風扇往

上、往下兩種)

- 1、風往上吹：同圖 2 裝置，但下面加了風扇
- 2、風往下吹：(與上面同樣方法，但風扇放在上面)

五、探討水層厚薄對蒸發速率的影響

- 1、把八根平底試管固定在試管架上。

2、開始滴水入試管(第一根 5 滴、第二根 10 滴、第三根 15 滴、…以此類推)

3、先拍一張照片，接下來每小時拍一張(試管架旁放鐵尺以當標準)

註：本實驗需固定溫度、濕氣，所以要放置在 25°C 的冷氣房裡

六、在有界面活性劑存在時水層厚薄的蒸發速率

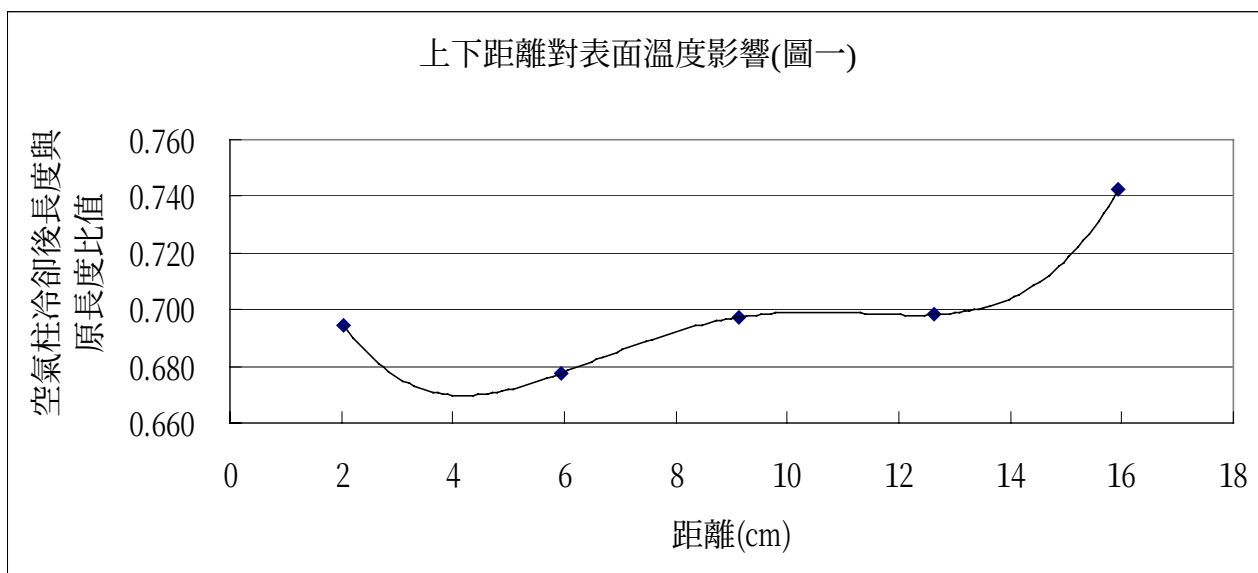
(與上一個實驗做法相同，只不過水裡加了千分之一的柔衣精)

陸、實驗結果：

一、 使用自製之毛細管溫度計調查表面產生的溫度變化

距離底邊高度 (cm)	毛細管空氣柱原 長度	毛細管空氣柱六分鐘後 長度	空氣柱冷卻後長 度/原長度比值
15.939	4.504	3.343	0.742
12.623	4.689	3.274	0.698
9.142	4.203	2.931	0.697
5.935	5.560	3.767	0.678
2.044	4.670	3.243	0.694

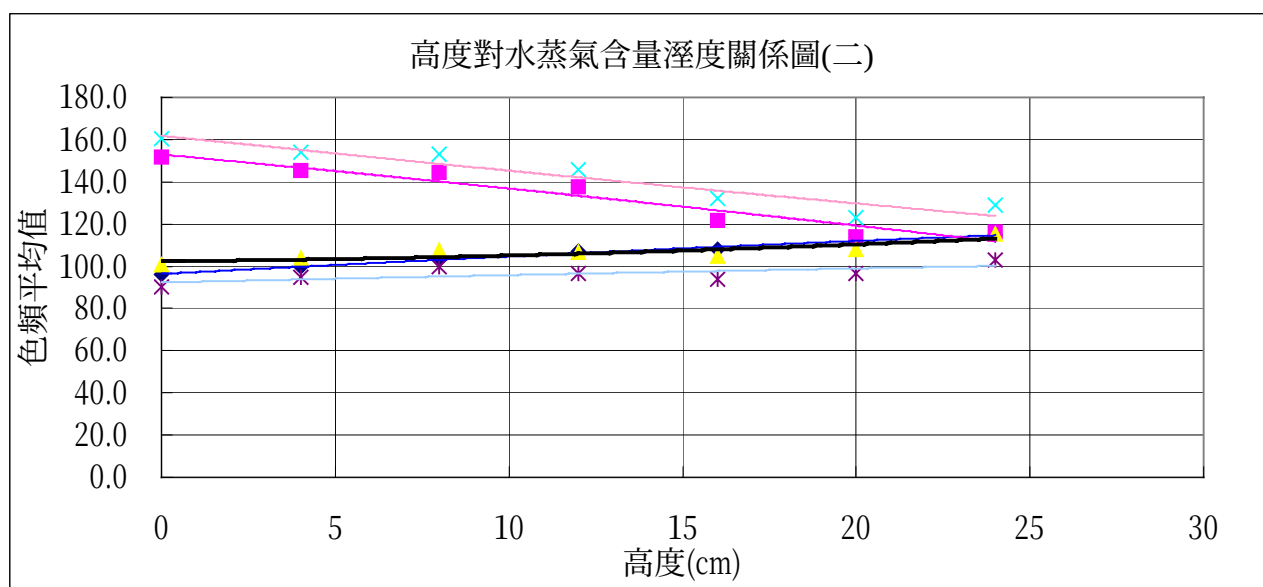
表一：毛細管溫度計的溫度變化



二、 用氯化亞鈷試紙調查衣服表面空氣上下之水蒸氣含量

高度(cm)	0	4	8	12	16	20	24	拍攝時間 (秒)
藍色色頻	96.2	99.9	103.1	107.1	108.0	112.0	114.9	4
紅色色頻	151.7	145.3	144.4	137.6	121.8	113.8	116.2	4
藍色色頻	100.6	104.0	107.6	106.6	105.0	108.0	115.5	5
紅色色頻	160.4	153.8	153.1	145.9	132.1	123.0	128.8	5
藍色色頻	90.1	94.6	99.8	96.7	93.7	96.8	102.9	6
紅色色頻	162.4	155.6	152.3	145.7	138.8	124.7	131.2	6

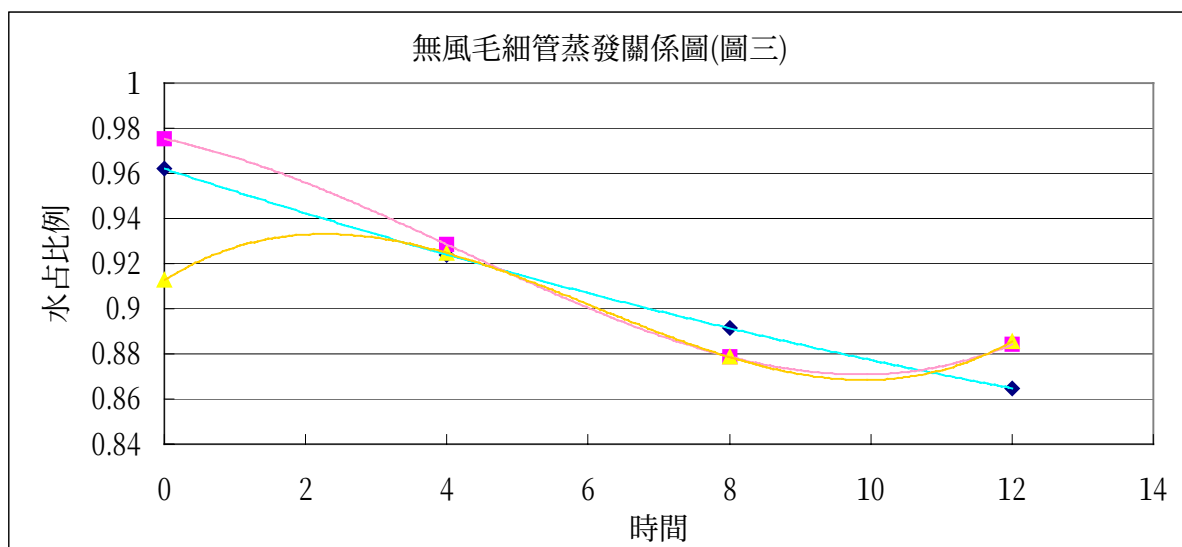
表二：衣服表面空氣不同高度氯化亞鈷試紙藍色及紅色色頻變化表



三、 用毛細管上下並排以模擬衣服的情況。

時間(hr)	0.000	4.000	8.000	12.000
試管水剩下比例				
毛細管 10	0.921	0.857	0.858	0.823
毛細管 11	0.962	0.924	0.891	0.865
毛細管 12	0.925	0.888	0.863	0.845
毛細管 13	0.947	0.867	0.843	0.822
毛細管 14	0.975	0.928	0.879	0.884
毛細管 15	0.972	0.909	0.864	0.867
毛細管 16	0.961	0.936	0.879	0.888
毛細管 17	0.913	0.925	0.879	0.886

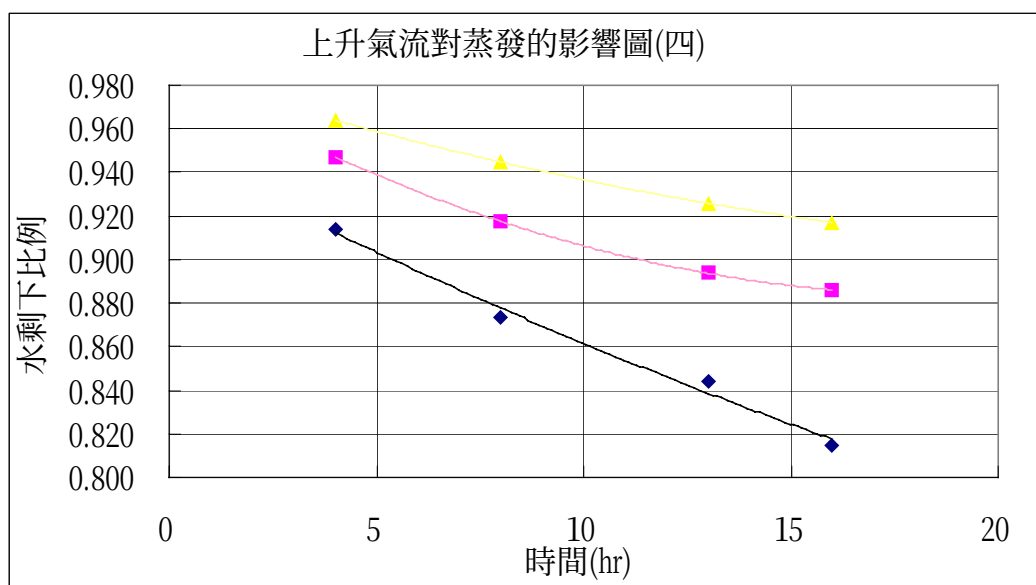
表三：無氣流水蒸發情形



四、以小型電腦風扇製造風以證明表面氣流的影響

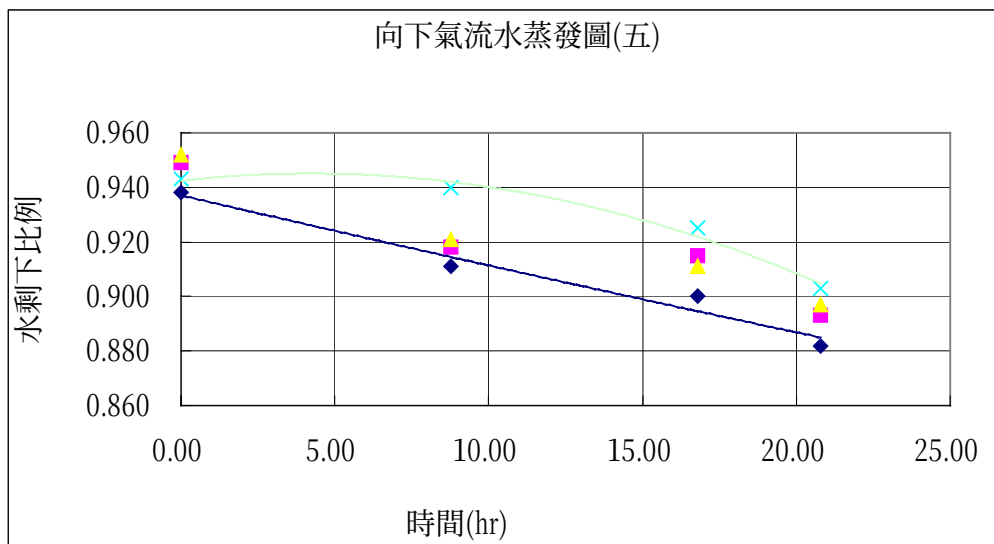
時間(hr) \ 試管水剩下比例	4.000	8.000	13.000	16.000
第八號管	0.930	0.918	0.904	0.892
第七號管	0.948	0.895	0.869	0.860
第六號管	0.928	0.913	0.886	0.884
第五號管	0.928	0.910	0.896	0.890
第四號管	0.904	0.916	0.882	0.873
第三號管	0.964	0.945	0.926	0.917
第二號管	0.947	0.917	0.894	0.886
第一號管	0.914	0.873	0.844	0.815

表四：向上氣流水蒸發情形

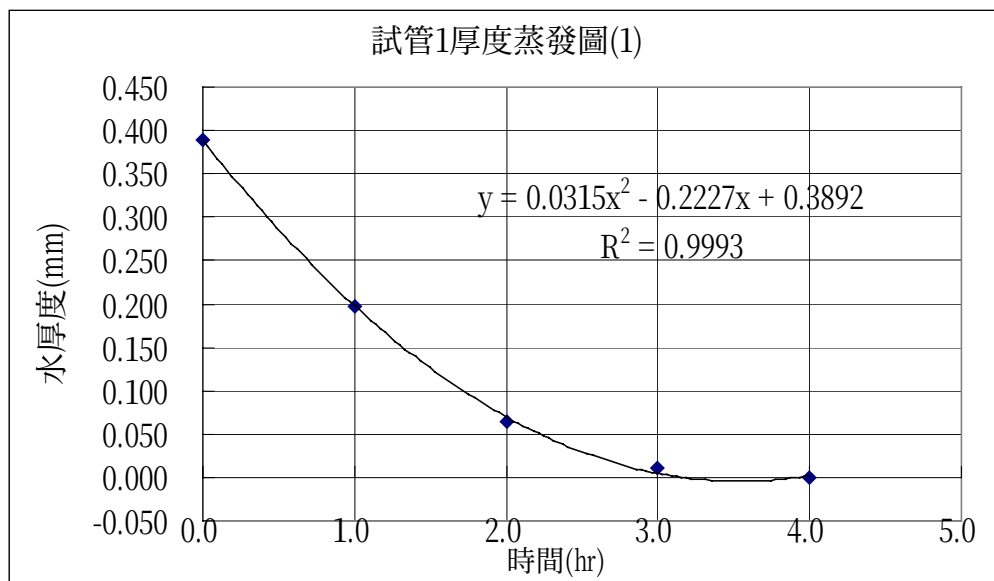


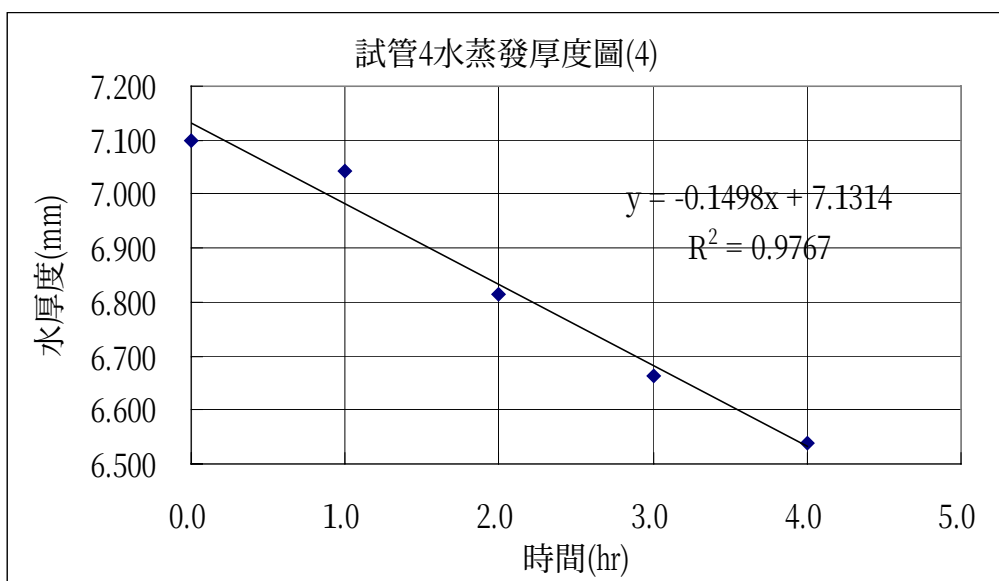
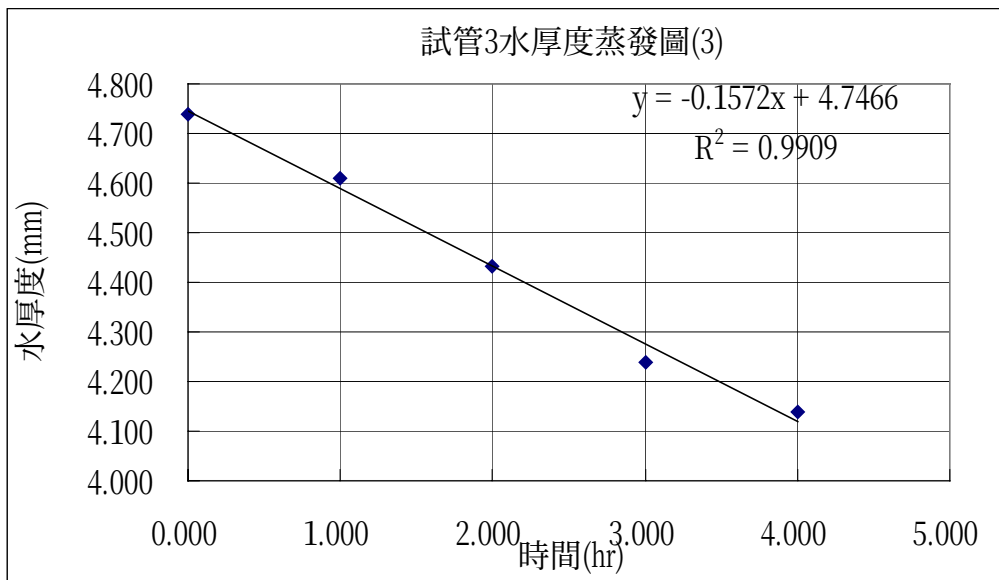
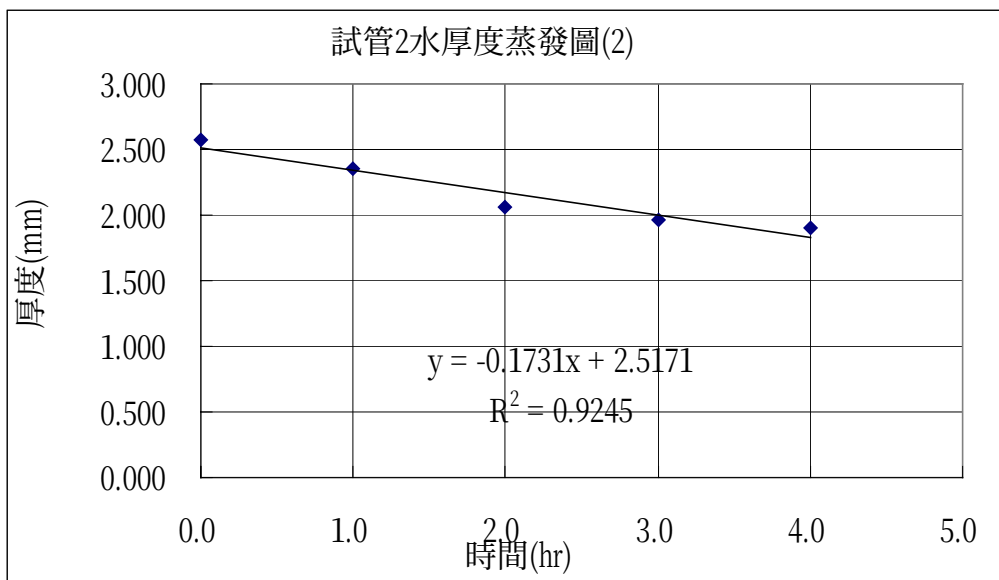
(hr) 試管水剩下比例	時			
	0.00	8.78	16.80	20.80
試管 1	0.938	0.911	0.900	0.882
試管 2	0.949	0.918	0.915	0.893
試管 3	0.952	0.921	0.911	0.897
試管 4	0.943	0.940	0.925	0.903
試管 5	0.953	0.932	0.914	0.912
試管 6	0.936	0.928	0.907	0.904
試管 7	0.945	0.930	0.902	0.900

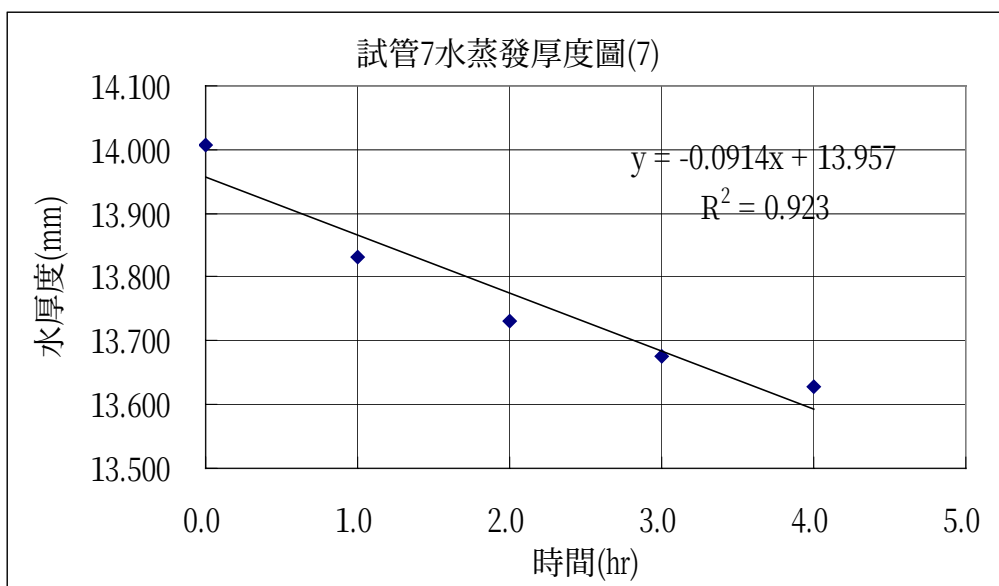
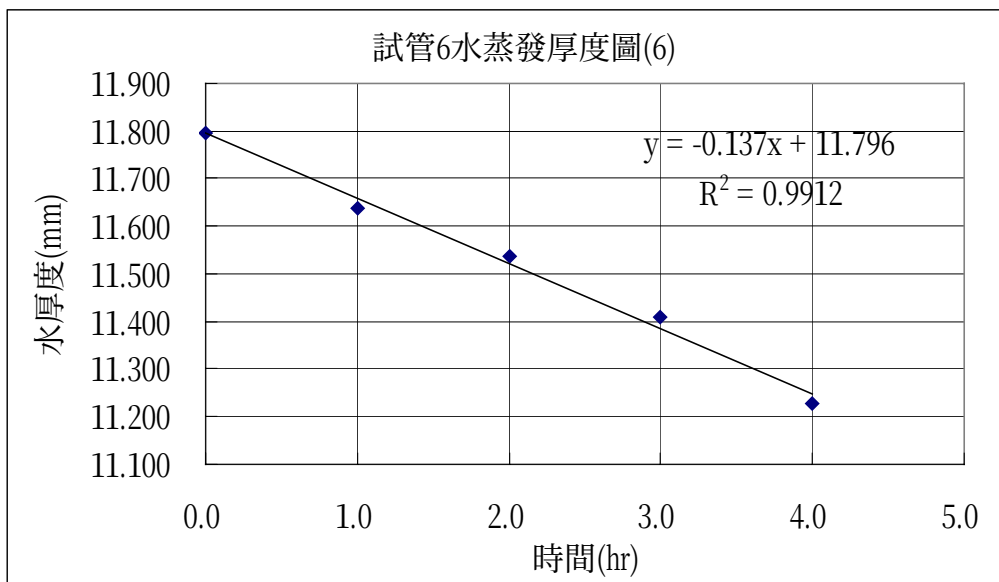
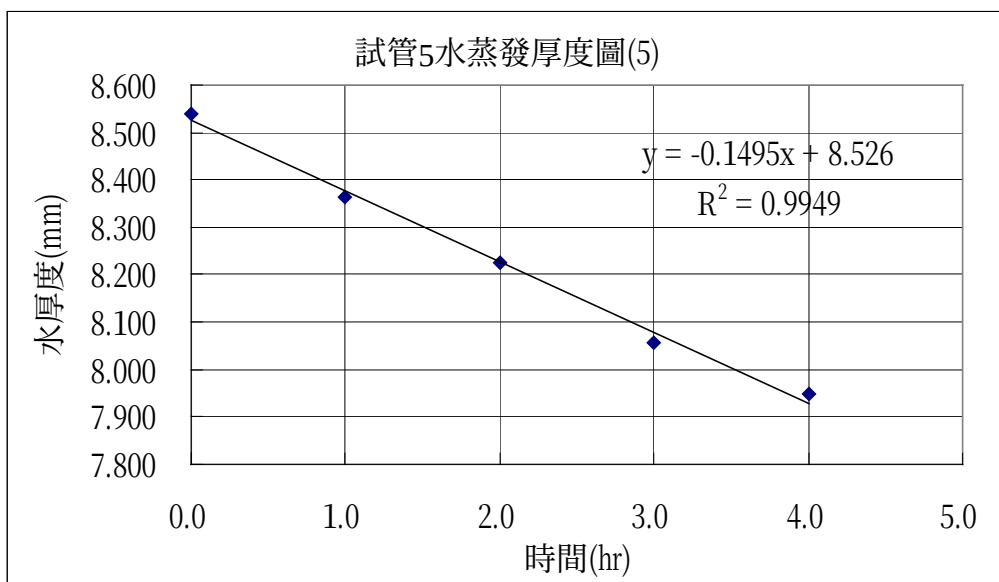
表五：向下氣流水蒸發情形

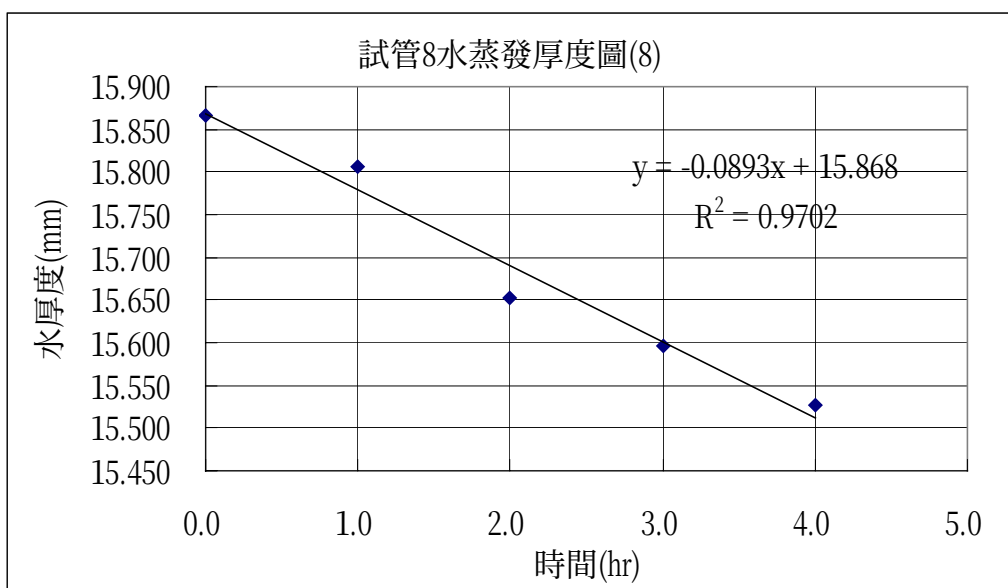


五、 探討水層厚薄對蒸發速率的影響





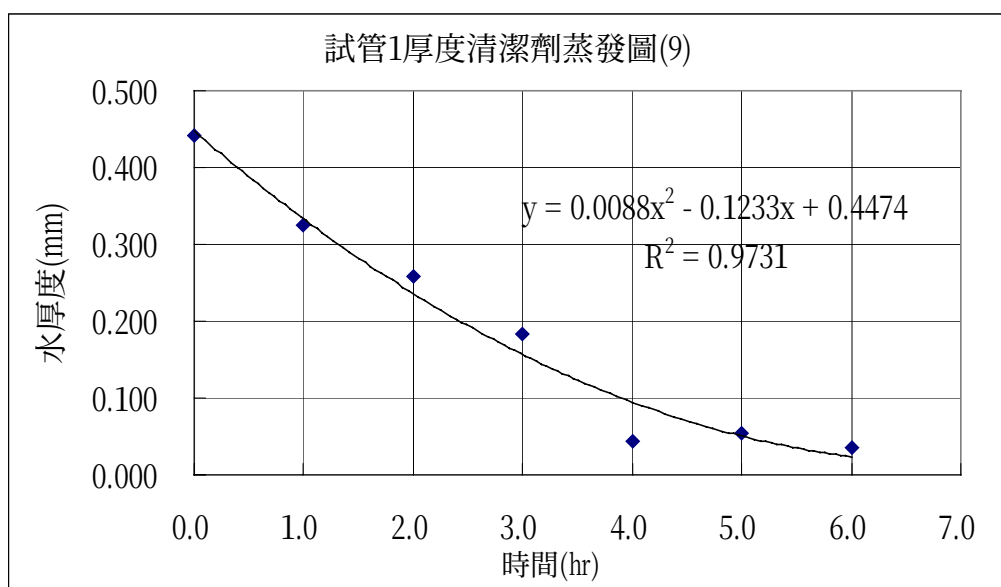


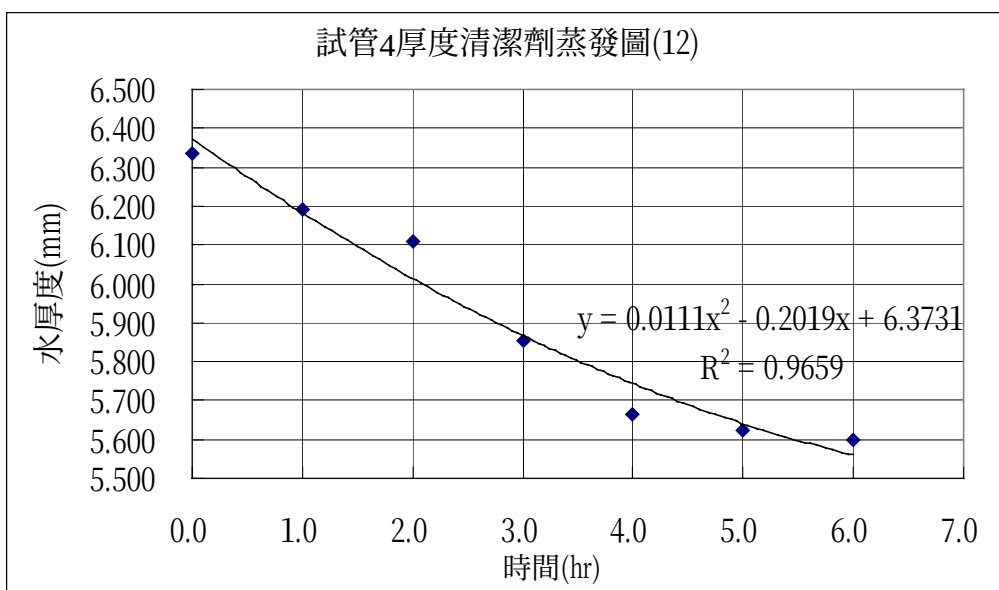
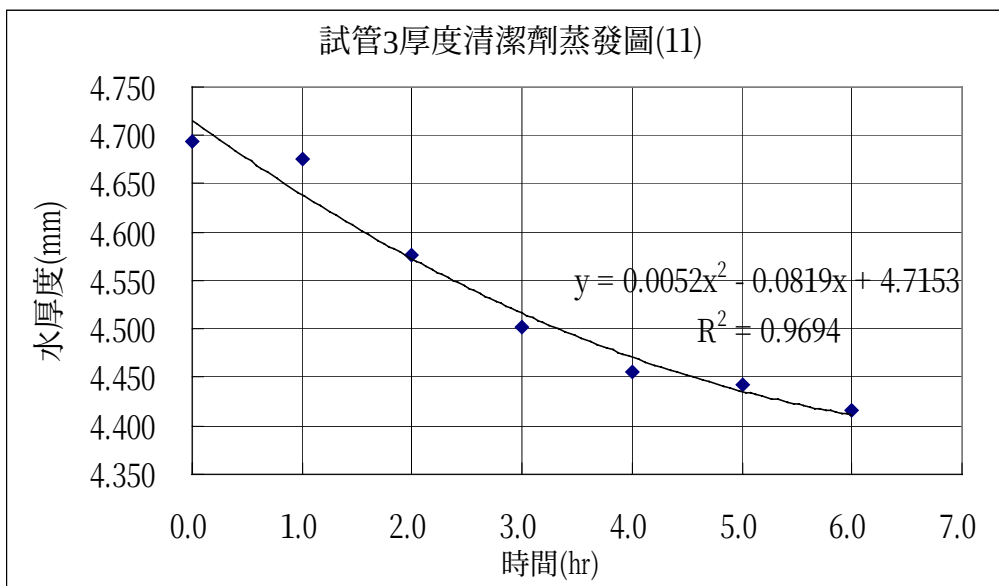
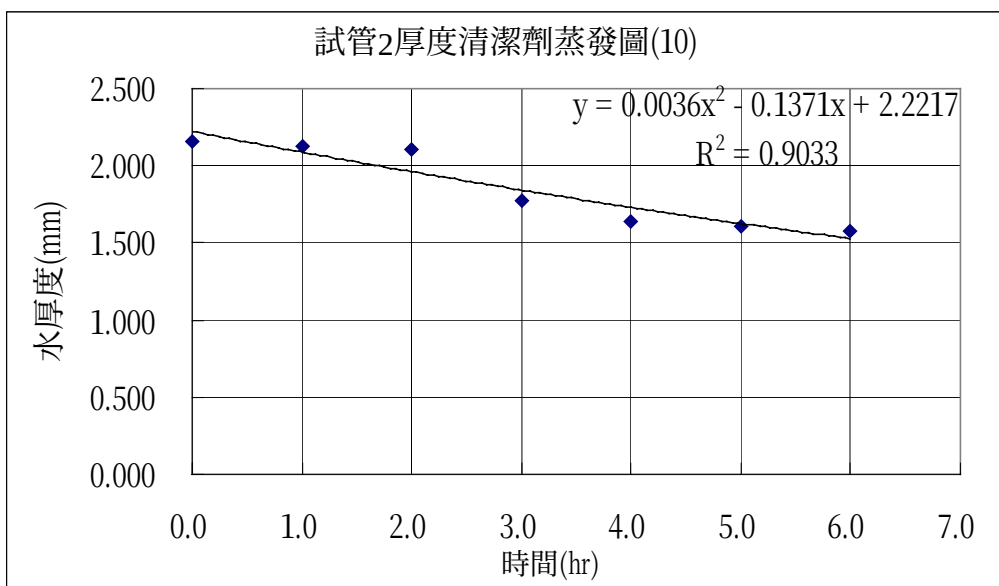


試管編號	趨勢線方程式
試管 1	$y = 0.0315x^2 - 0.2227x + 0.3892$
試管 2	$y = -0.1731x + 2.5171$
試管 3	$y = -0.1572x + 4.7466$
試管 4	$y = -0.1498x + 7.1314$
試管 5	$y = -0.1495x + 8.526$
試管 6	$y = -0.137x + 11.796$
試管 7	$y = -0.0914x + 13.957$
試管 8	$y = -0.0893x + 15.868$

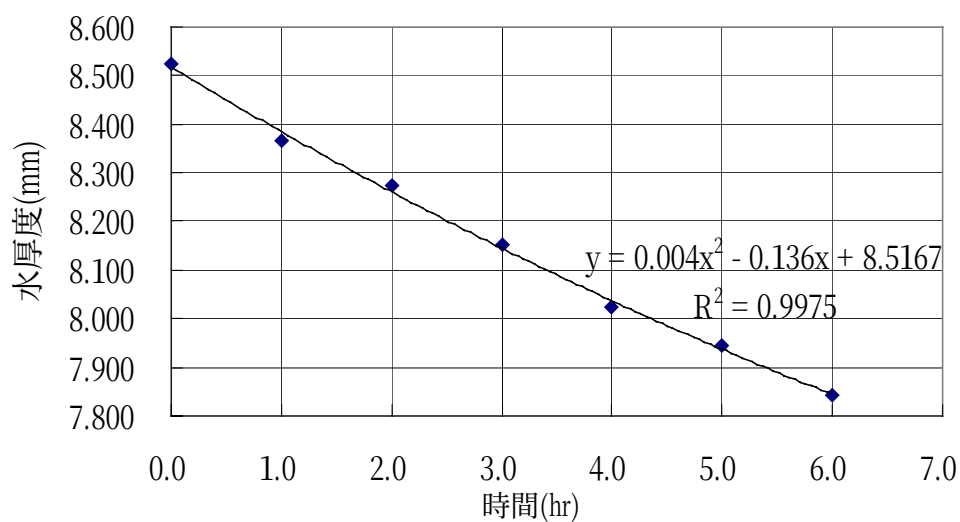
表六：探討水層厚薄對蒸發速率的影響

六、 在有界面活性劑存在時水層厚薄的蒸發速率

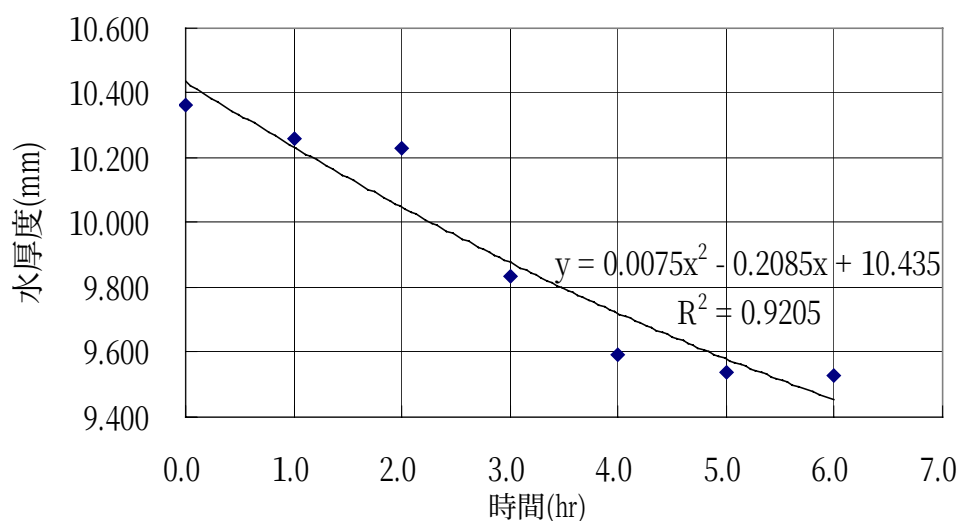




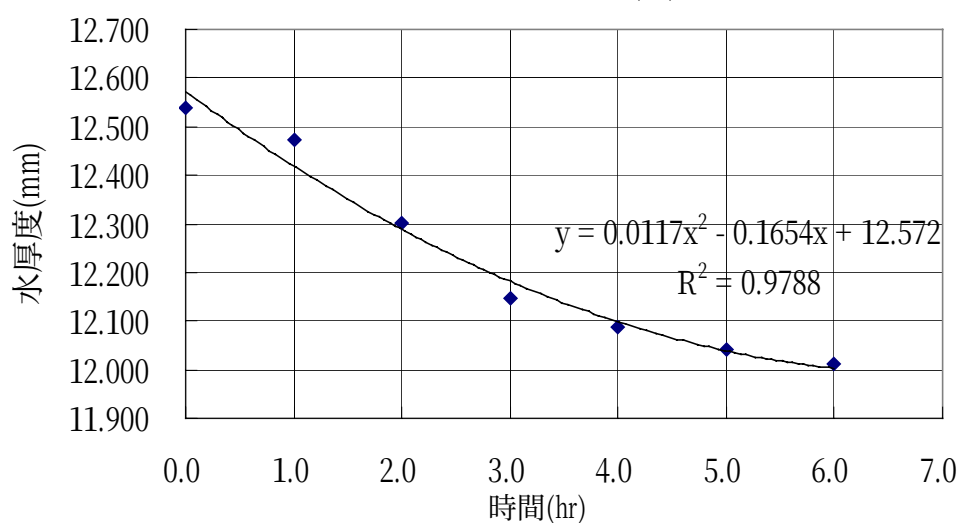
試管5厚度清潔劑蒸發圖(13)

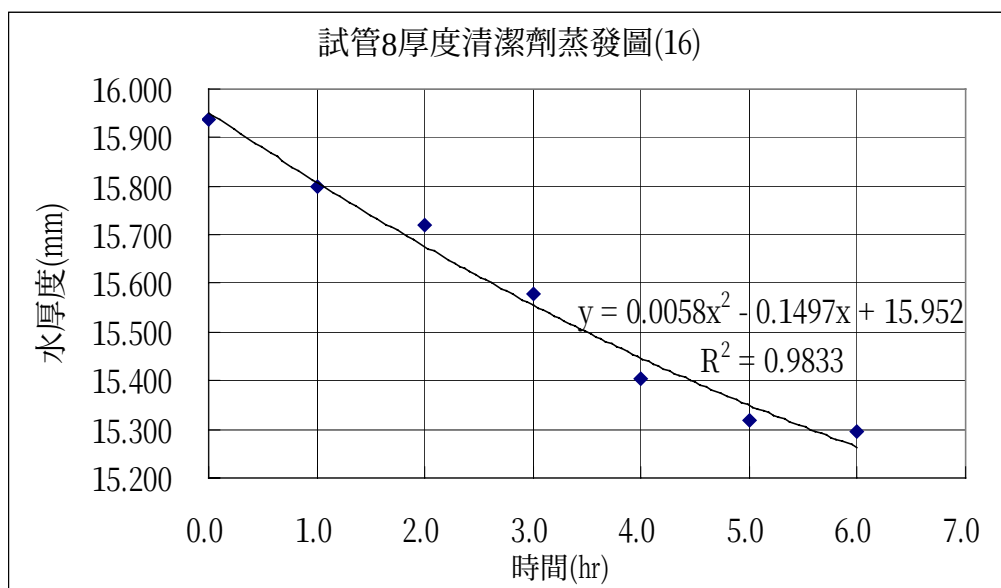


試管6厚度清潔劑蒸發圖(14)



試管7厚度清潔劑蒸發圖(15)





試管編號	趨勢線方程式
試管 9	$y = 0.0088x^2 - 0.1233x + 0.4474$
試管 10	$y = 0.0036x^2 - 0.1371x + 2.2217$
試管 11	$y = 0.0052x^2 - 0.0819x + 4.7153$
試管 12	$y = 0.0111x^2 - 0.2019x + 6.3731$
試管 13	$y = 0.004x^2 - 0.136x + 8.5167$
試管 14	$y = 0.0075x^2 - 0.2085x + 10.435$
試管 15	$y = 0.0117x^2 - 0.1654x + 12.572$
試管 16	$y = 0.0058x^2 - 0.1497x + 15.952$

表七：在有界面活性劑存在時水層厚薄的蒸發速率

柒、討論：

- 1、在沒有氣流上下對流的情況下，毛細管蒸發速率都呈不規則。但在有往上氣流的時候，底下毛細管蒸發速率較快；往下氣流則會使上方蒸發較快。
- 2、從表面空氣水蒸氣含量實驗中，看氯化亞鈷的顏色變化，發現藍色色階較少、紅色色階較高，這證明下方表面空氣的水蒸氣含量較高。
- 3、觀察毛細管溫度計的空氣柱長度變化，發現越靠近底邊的體積，縮短比例越多，但最底下的毛細管，因受到外邊空氣的影響而造成溫度高了一點。
- 4、綜合以上三點就可發現，衣服表面由於蒸發時使周圍溫度降低，造成空氣密度高，使帶有水氣的冷空氣下沉，而使下方衣服附近的溫度低、水氣多，所以較不容易乾。
- 5、在探討水層厚薄對蒸發速率的影響的實驗(未加界面活性劑)中，觀察到水層厚的會因上下對流較慢而蒸發較慢，反之蒸發較快。
- 6、而在界面活性劑存在時，水層厚薄的蒸發速率的實驗中，卻發現不管水層厚薄，蒸發速率都是一樣的。而且因為柔衣精比水輕，所以浮在水面上造成試管中的水，過了好幾個禮拜都乾不了。

- 7、以上兩個實驗的結果，就可證明前面的研究原理 1 所說的現象。而由於衣服中的纖維是雜亂的接在一起，而下面的衣服內就有更高的可能會形成較長的纖維，所以與水層較厚的情形一樣，蒸發較慢。但是如果衣服上殘留界面活性劑的話，就會使上下蒸發速率一樣，而且整件衣服會比沒界面活性劑的更慢乾。
- 8、可見衣服在晾乾過程中，由毛細管長短所造成水層厚薄，來決定蒸發速率；另外，再由表面蒸發所造成冷空氣向下流動，並因此使下方表面空氣含水蒸氣較多，使蒸發速率變得比上方較慢。
- 9、可見如果改變布料纖維毛細管分佈(增加纖維表面積及長短)，及可降低水的表面張力的材質，都可促進水的傳導、蒸發、透氣性及乾燥速度的能力，如此可開發出適合應用於吸濕排汗布種。

捌、參考資料：

- 1、國中生物課本第一冊
- 2、<http://ecaaser5.eca.ntu.edu.tw/weifang/aut/Aut1.htm>
- 3、楊振仁，1985，蒸發系統中的對流與界面現象，全國碩博士檢索系統，檢索書號 460 007M75-28

玖、附圖：

一、用毛細管上下並排以模擬衣服的情況。



二、 以小型電腦風扇製造風以證明表面氣流的影響



三、 用氯化亞鈷試紙調查衣服表面空氣上下之水蒸氣含量



四、 使用自製之毛細管溫度計調查因表面氣流而產生的溫度變化



五、 探討水層厚薄對蒸發速率的影響



六、 在有界面活性劑存在時水層厚薄的蒸發速率



七、 相關係數：資料點切合曲線的程度，最好大於 0.9

$$r^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y(x_i))^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \langle y_i \rangle)^2}$$

(第一名) (最佳創意獎)

本作品探討衣服脫水後在衣架上陰乾的情形，利用自置的毛細管溫度計量測衣服表面溫度的變化，利用氯化亞鈷試紙量測衣服表面空氣上下之水蒸氣含量，以毛細管上下並排以模擬衣服情況，探討水層厚薄對蒸發速率的影響，及在有界面活性劑存在時水層厚薄的蒸發速率。所有的實驗及設備均為國中理化教材內可以發揮運用的，所提出的解釋理論也都是國中學生可以理解的，但從已知的理論配合研究構思，設計出一連串實驗，獲致衣服陰乾的機制，為相當難得具創意的優秀作品。