

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 物理科

040117

尋找小水滴

學校名稱：國立板橋高級中學

作者： 高二 王易恆 高二 李泓儒 高二 謝宜錦	指導老師： 茅崇德
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：介觀物理、小水滴、蒸發速率和表面積

摘要

水是萬物生命的泉源，是一切生命的基礎。而水在大自然中會以許多不同的狀態呈現在世人眼前，這些不外乎就是固體、液體、氣體。在國高中的課程中我們學到了水的三相圖，了解了水在溫度或是壓力的改變下所產生的變化。

壹、 研究動機

蒸發的意思就是水在不對流的狀況下，緩慢由液態變成氣態的情形，但是我們可曾想過，如果水不斷的蒸發，會不會有一顆最小的水滴？會不會有一個臨界的體積，水滴在小過這個體積以後，就不能再以液態存在，必須以氣態存在？水會不會慢慢的蒸發，再蒸發，等到水滴達到臨界體積的時候，整個結構瓦解，在一瞬間以極快的速率變成氣態，就此消散？

高一的基礎物理課程，我們學過奈米科技。許多物質在奈米尺度會有特別的性質，例如說，奈米金的顏色與熔點都與我們所知道的不同。課本說這個介於奈米尺度與一般的尺度之間的物理現象為介觀物理，我們嘗試要尋找的最小水滴，大概就是這個範圍。

我們也對介觀物理中，蒸發速率與表面積的關係很感興趣。國中老師說，水的蒸發速率與跟空氣接觸的表面積成正比，但如果是很小很小的水滴，是否還會符合老師說的話呢？

本研究期許藉由顯微鏡的觀察，發現小水滴的蒸發現象。

貳、 研究目的

- 一、 研究最適合本實驗觀察的水滴載體(我們稱承載水的物質為載體)。
- 二、 研究水滴蒸發至極小的狀況。
- 三、 研究水滴蒸發速率與表面積的關係。

參、 研究設備及器材

逆滲透純水	數位複式顯微攝影相機
複式顯微鏡	夾燈
載玻片	99.85%甲醇
游標尺	貓鬚
蜘蛛腳	蚊子腳
鋼針	人厭槐葉蘋(水生植物，葉片)
仙人掌(葉較細且較密較小的品種)	蠟燭
噴霧器	鑷子
酒精燈	石綿網
三腳架	吹風機
溫度計	膠帶



人厭槐葉蘋葉片(上圖)



數位複式顯微攝影相機(上圖,最大六百倍)

肆、研究方法或過程

一、尋找最適當的水滴載體:

(一)、實驗方法:

我們為了讓水滴能夠保持球狀而又能附著在載體上，我們要找尋的物體必須具有最好的疏水性。

1.拿人厭槐葉蘋的葉片,以吹風機吹乾,在上面噴霧,觀察其絨毛上的水滴.



2.一葉仙人掌,刮掉果肉,以吹風機晒乾,在上面噴霧,觀察其針狀葉上的水滴.



3.將蠟燭剝成塊狀裝入燒杯中，架在三腳架上隔著石棉網由酒精燈加熱，待蠟燭全數熔化後，用鑷子夾住一片載玻片放置燒杯上方接取蠟蒸氣，蠟蒸氣凝結後即製成表面覆有蠟的載玻片,然後在上面噴霧.



4.取一鋼針,在上面噴霧.



5.將蠟燭剝成塊狀裝入燒杯中，架在三腳架上隔著石棉網由酒精燈加熱，待蠟燭全數熔化後，用鑷子夾住一片鋼針放置燒杯上方接取蠟蒸氣，蠟蒸氣凝結後即製成表面覆有蠟的鋼針,然後在上面噴霧.



6.抓一隻死蚊子,把蚊子的軀幹緊貼載玻片,讓蚊子的腳向上有角度的挺立起來,在上面噴霧.



7.抓一隻死蜘蛛,把腿的部份切下,固定在載玻片上,使其有角度的挺立起來,在上面噴霧.



8.以一片膠帶讓貓鬚有角度的挺立起來,然後在上面噴霧.



(二)、 實驗結果:

1.我們發現,由方法一製成的葉片載體,最容易讓水滴附著,水滴也能成球狀,為最佳且穩定的載體.

2.方法二的仙人掌葉上易形成趨近漂亮球狀的水滴,但很容易從毛上流失,不便觀察.

3.方法五的鋼針載體,水滴極難成球狀,也不易附著,是比較差的載體.

二、 尋找最小水滴:

(一)、 實驗方法:

我們用噴霧器噴霧後,以葉子載體承接小水滴,放在顯微鏡下,以吹風機加熱,盡可能的使小水滴快速蒸發,並以最大倍率觀察,攝影,及記錄。



(二)、 實驗結果:

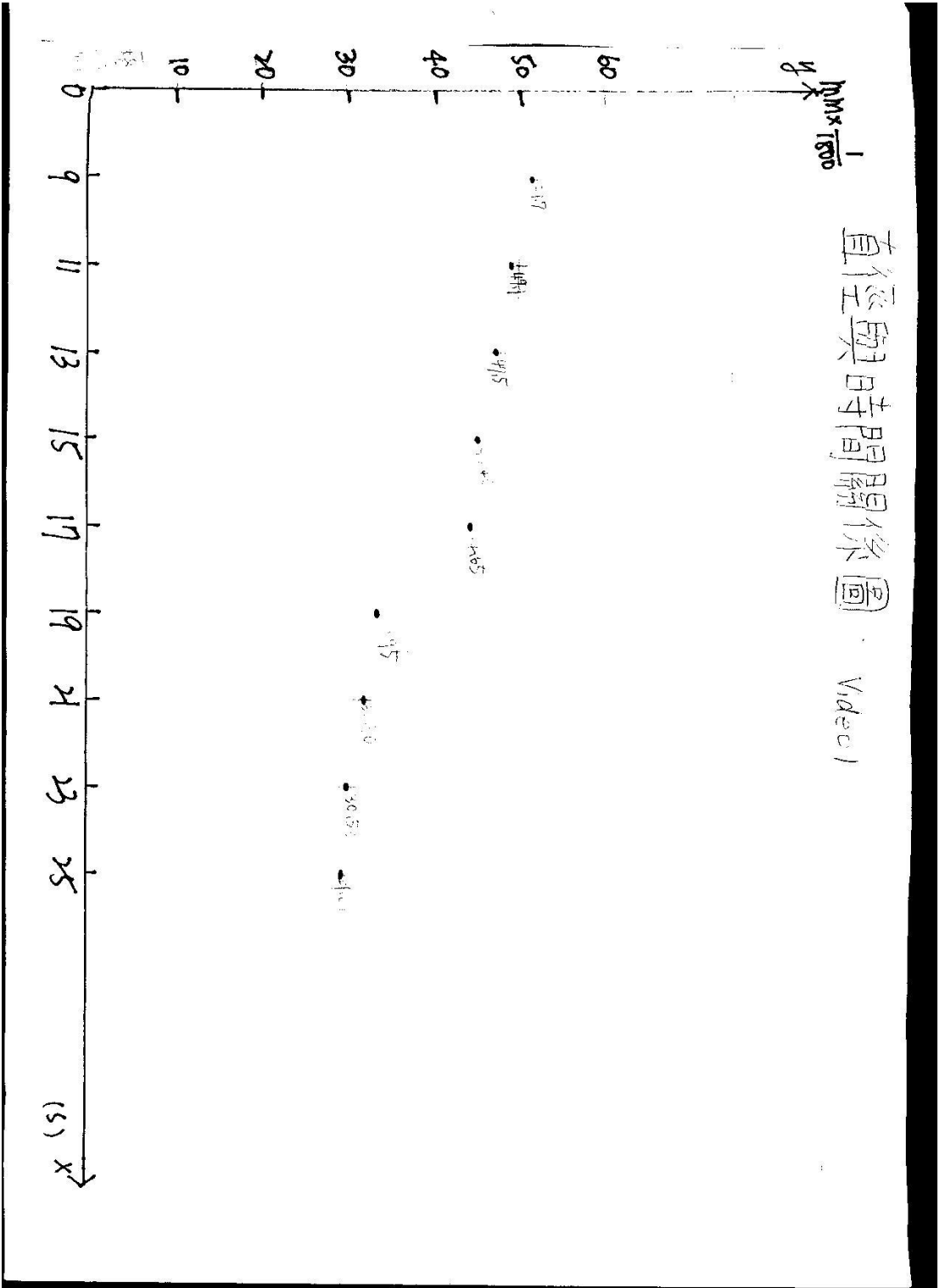
水滴只是慢慢變小,然後顯微鏡中的影像就模糊了,我們無法找到水滴瞬間消失的影像。

三、 研究小水滴蒸發速率與表面積的關係:

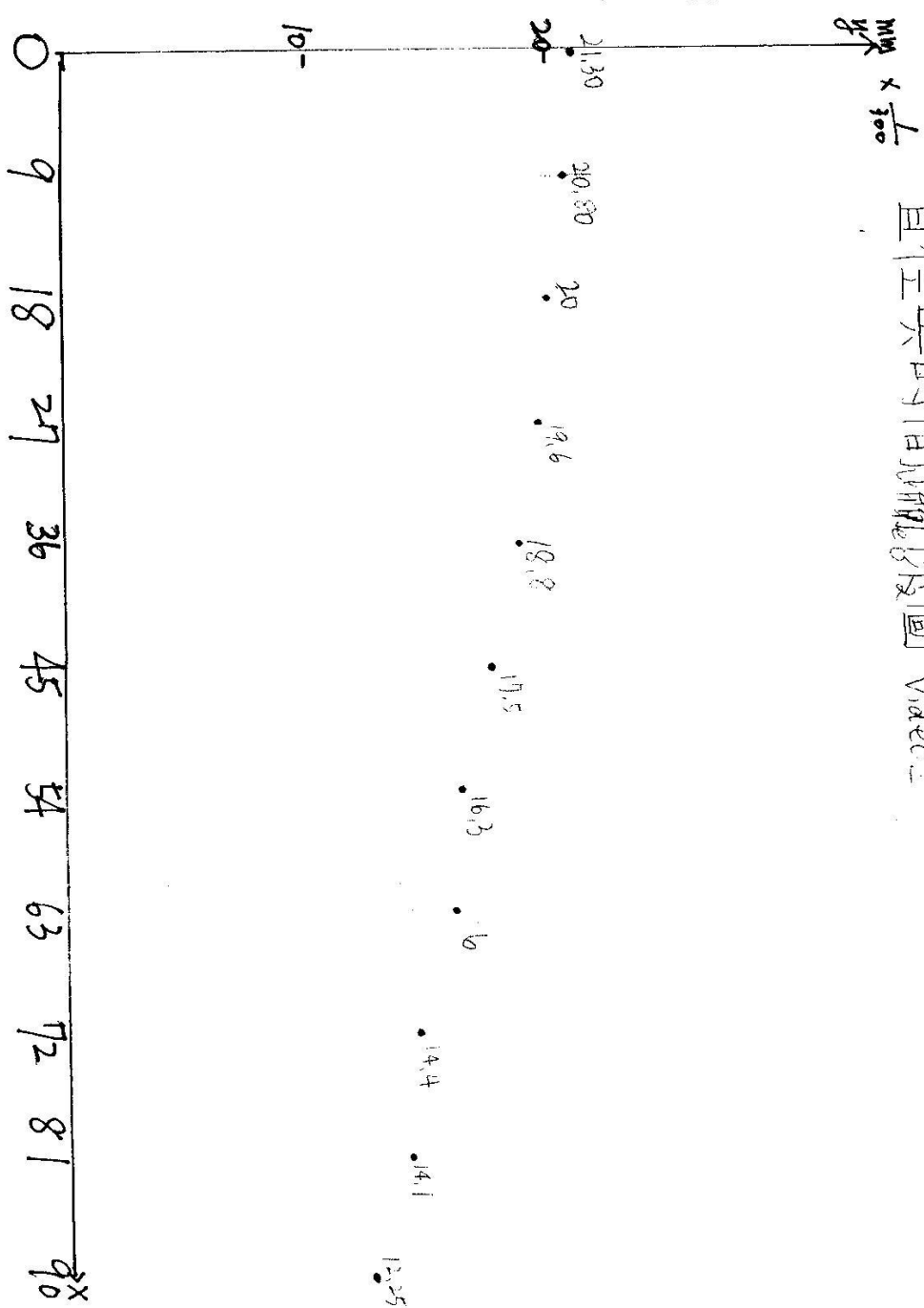
(一)、 實驗方法

我們以葉子載體承接小水滴,固定溫度,溼度,放在顯微鏡底下觀察拍攝,取一段我們認為水滴最近似球的形狀,紀錄蒸發過程。

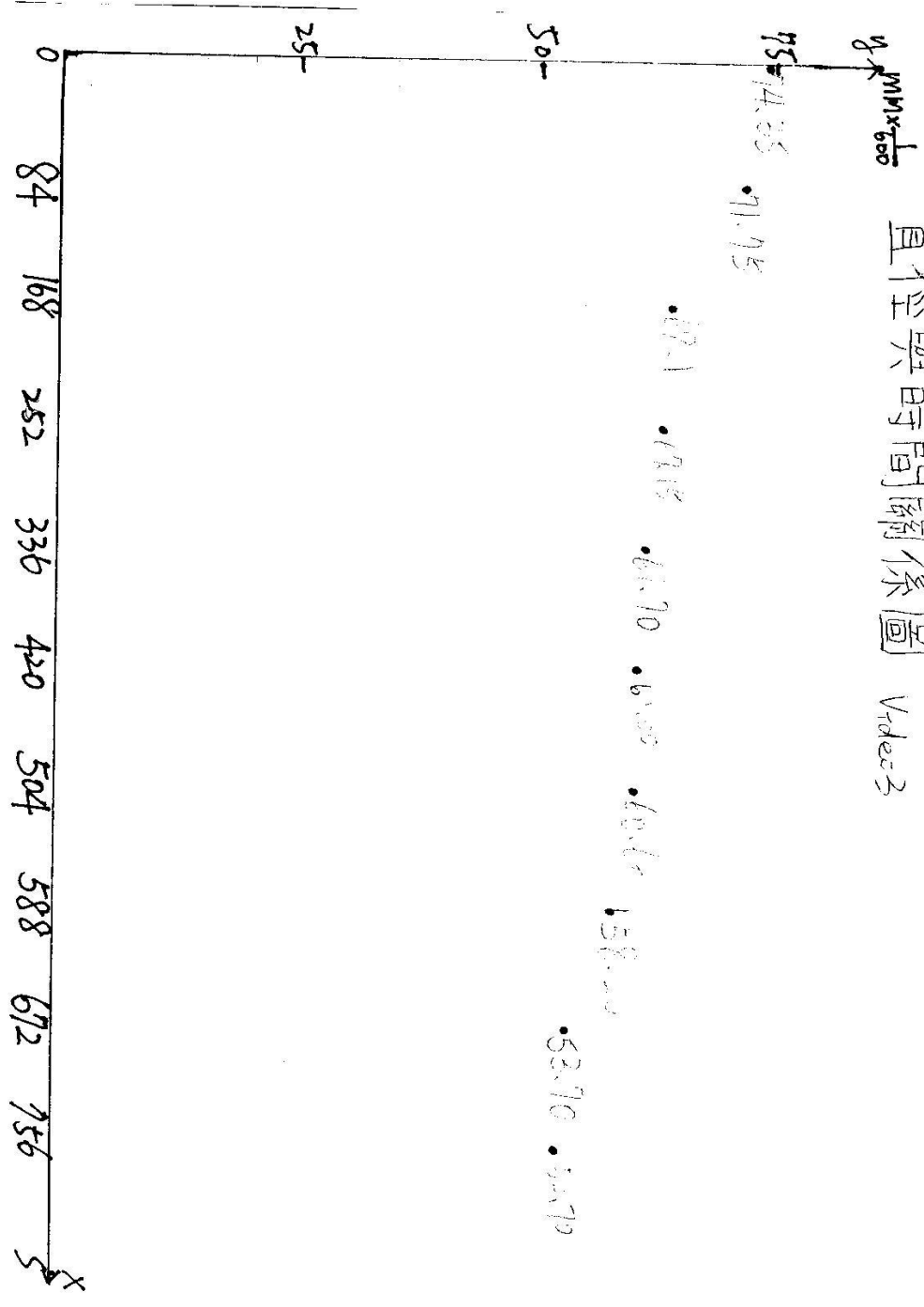
伍、研究結果



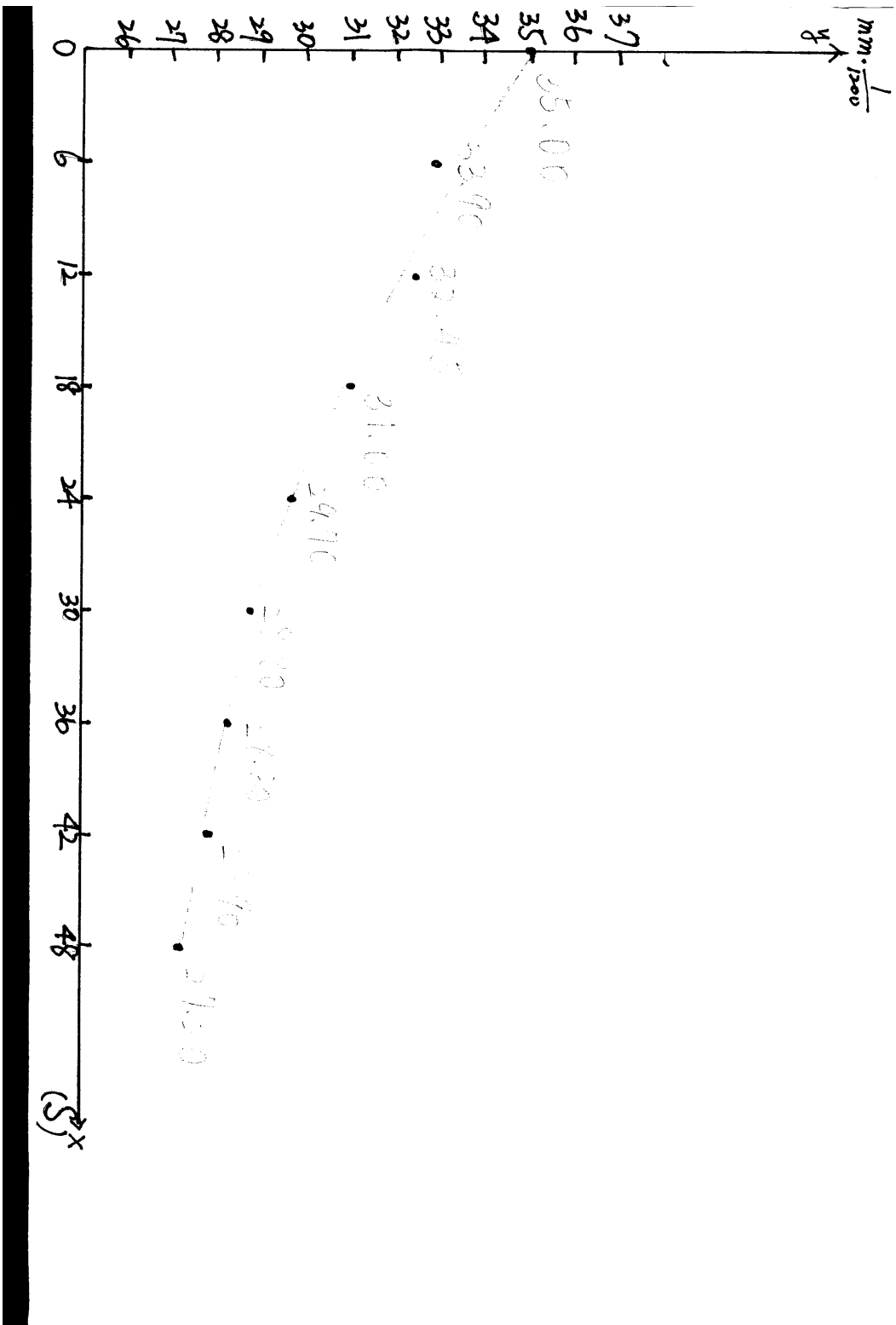
直徑與時間關係圖 videcc



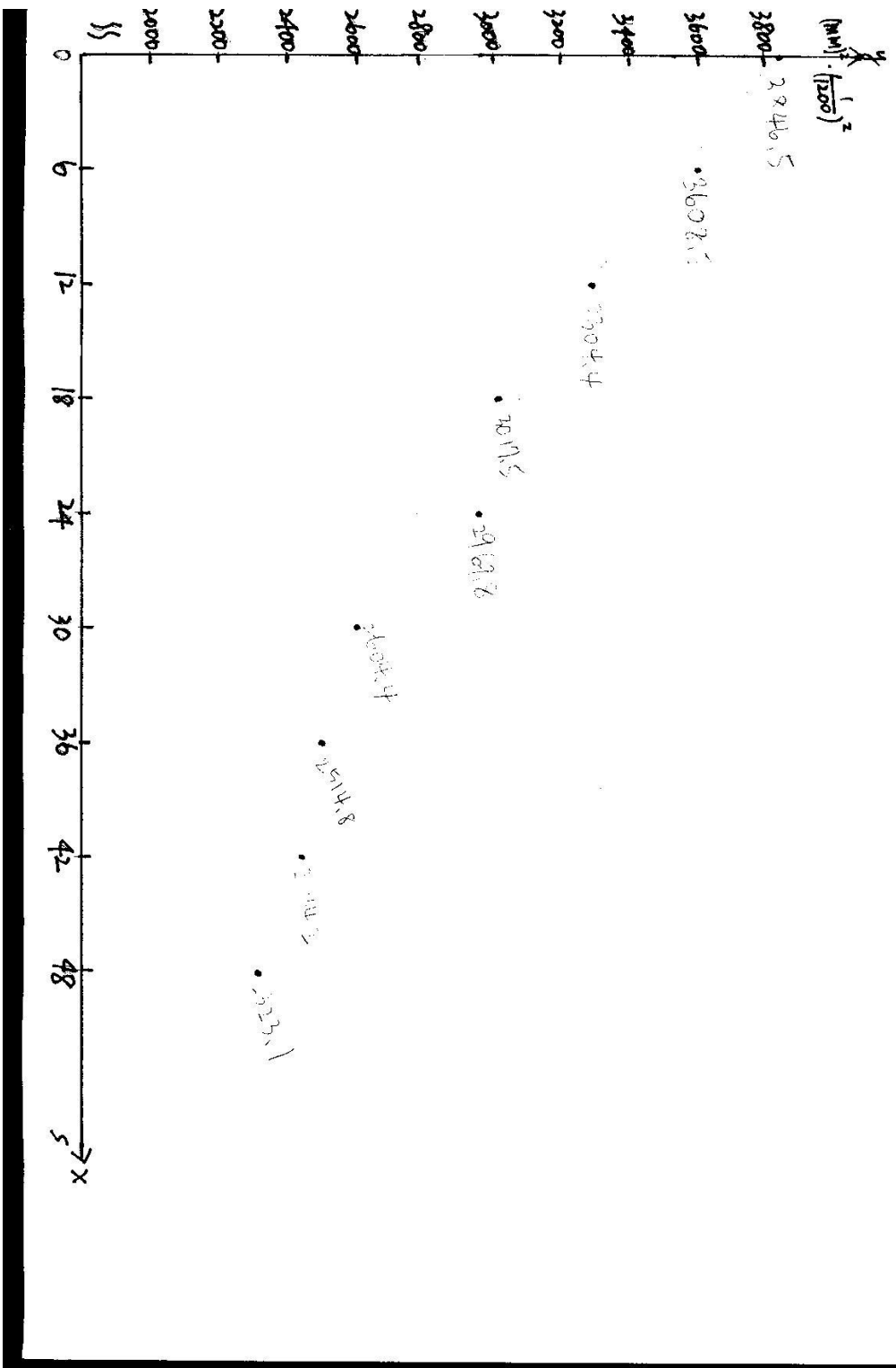
直徑與時間關係圖 Video 3



直徑與時間關係圖



表面積與時間關係圖

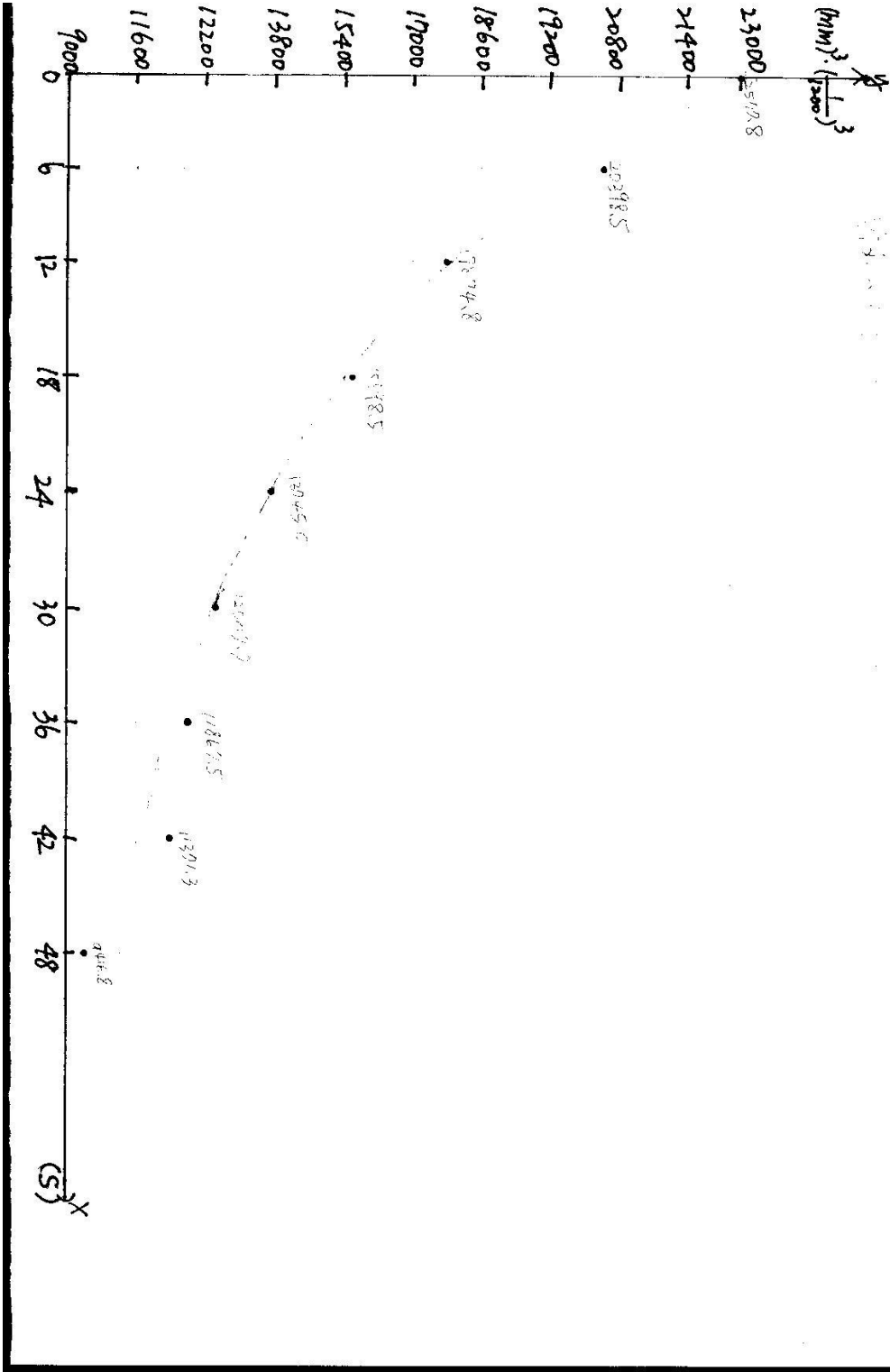


時間 (s)	0	6	12	18	24	30	36	42	48
R (直徑)	35.00	33.90	32.45	31.00	29.70	28.80	28.30	27.90	27.20
r (半徑)	17.5	16.95	16.22	15.5	14.85	14.4	14.15	13.95	13.6

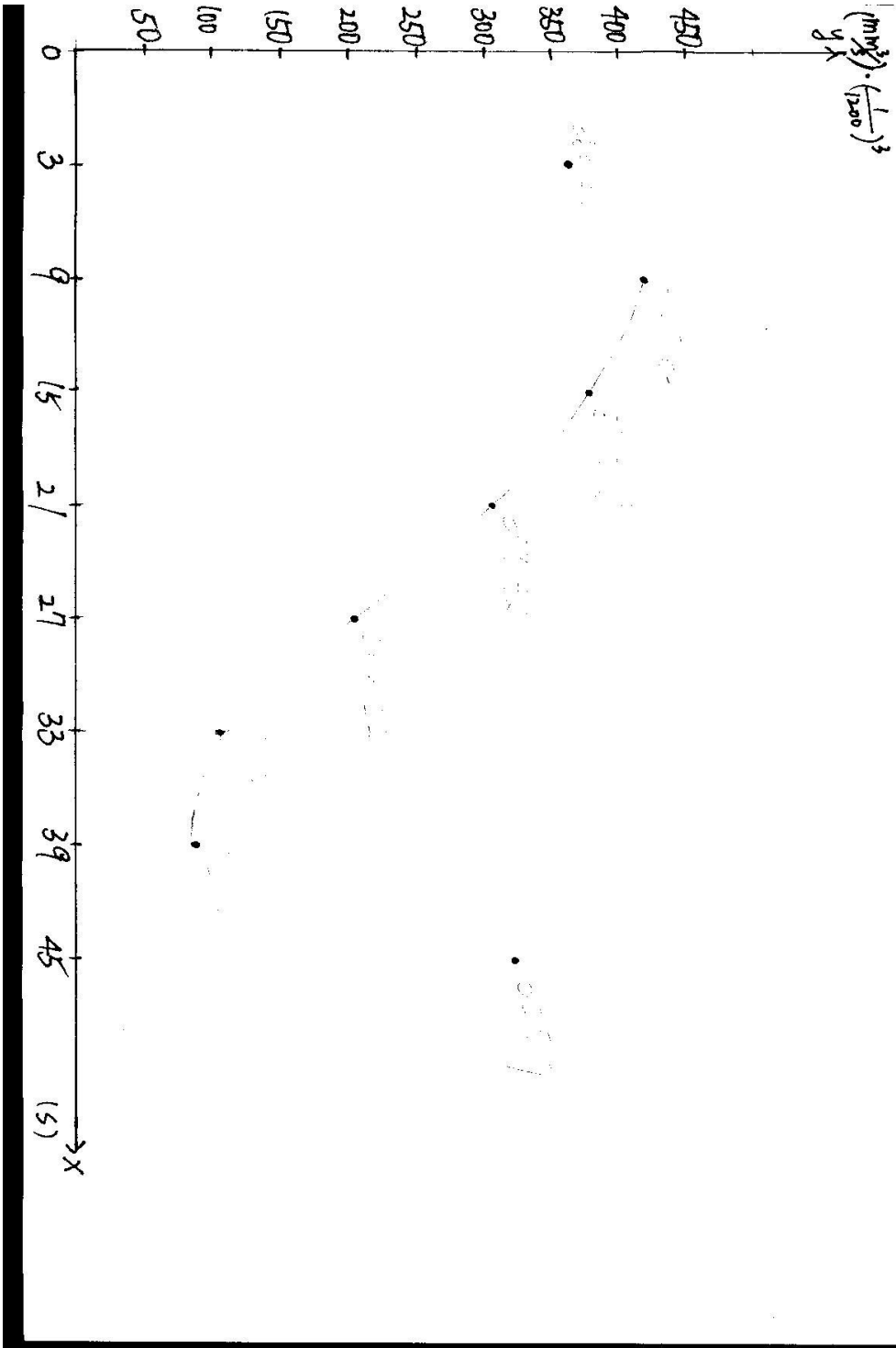
(mm $\cdot \frac{1}{1000}$)

時間 (s)	0	6	12	18	24	30	36	42	48
表面積 (mm ² $(\frac{1}{1000})^2$)	3846.5	3608.5	3304.4	3017.5	2769.8	2604.4	2814.8	2444.2	2223.1

骨體積與時間關係圖



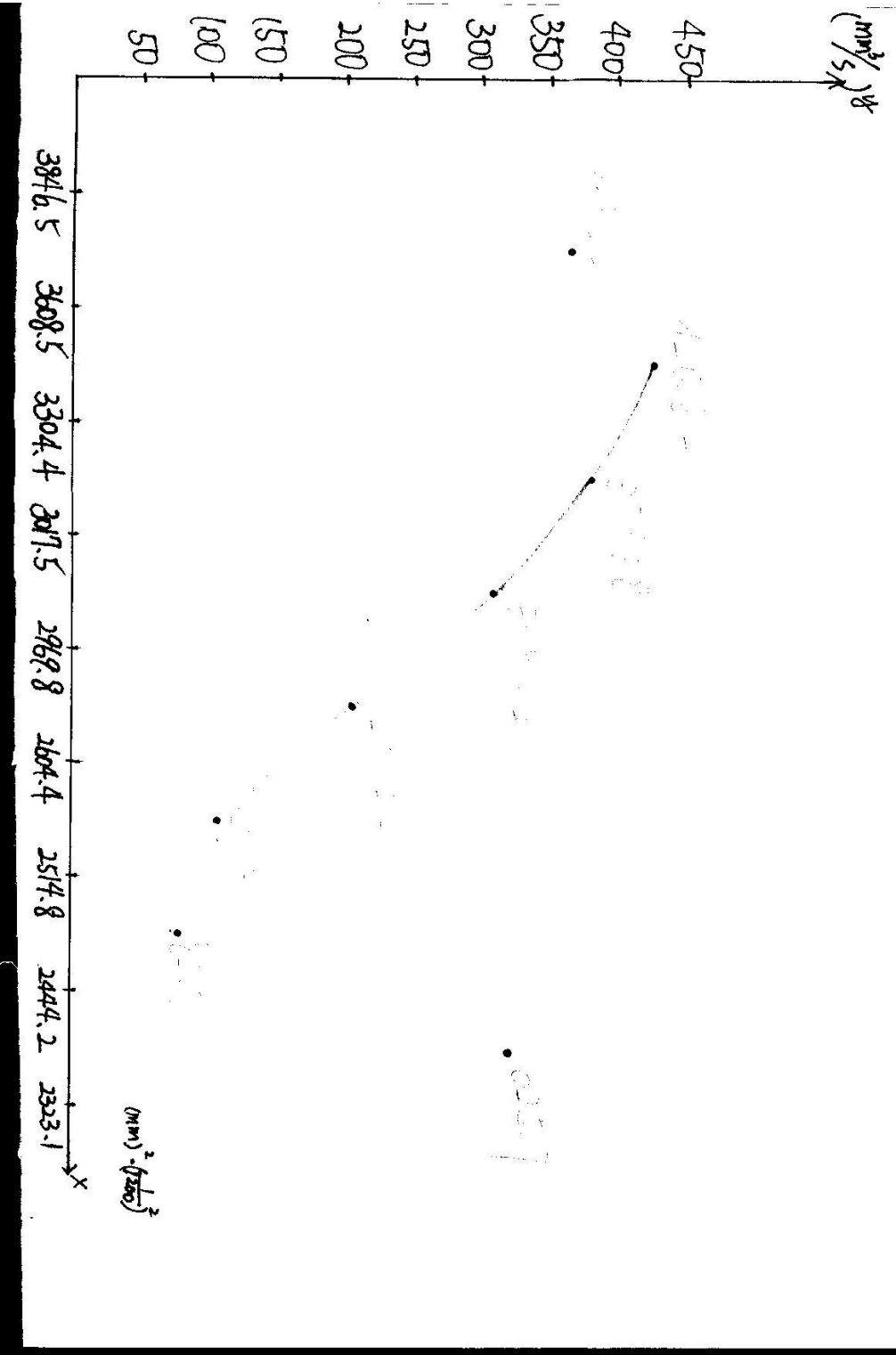
蒸發速率與時間關係圖



t(時間)	0	6	12	18	24	30	36	42	48
骨體積 mm ³	22577.8	20398.5	17874.8	15598.5	13745.0	12507.7	11867.5	11371.3	9416.8

t(時間) s	0 6	6 12	12 18	18 24	24 30	30 36	36 42	42 48
V(速率) mm ³ /s	363.22	420.62	379.38	308.42	206.22	106	82.7	325.7

蒸發速率與面積關係圖



蒸發速率 $\frac{\text{mm}^3}{\text{s}}$	表面積 $\text{mm}^2 \times (\frac{1}{1200})^2$
363.22	3846.5
420.62	3608.5
379.38	3304.4
308.42	3017.5
206.22	2969.8
106.00	2604.4
82.7	2514.8
325.17	2444.2

陸、討論

一、我們從很久以前就知道,蓮花葉有很好的疏水性,其他水生植物的葉部也有相同的性質.實驗一驗證了我們的以前的想法,同樣為水生植物的人厭槐葉蘋,是我們觀察最理想的載體.

二、實驗二我們承認失敗,但我們有想到一些解決的方案,或許可行.我們使用的是光學顯微鏡,最多只能放大六百倍,如果我們換成電子顯微鏡,放大的倍率能更大,或許會比較容易成功.雖然我們很遺憾並沒有找到最小的水滴,但我們相信,我們現存的物質世界上,是存在最小的水滴的.就如同伽利略相信光的速度是可測的,但當時他的方法跟技術卻沒有成功測出光的速度.

三、實驗三中,我們確實觀察到了,水與空氣接觸的表面積越大,蒸發速率越快,但這並非是正比關係.

四、兩滴水滴大小差距甚大而接觸時,看起來,大水滴會把小水滴「吞掉」,我們認為,這是因為兩滴水互相靠近的力互為作用力與反作用力,大小相同.但是大水滴質量較大,由牛頓第二運動定律得知,大水滴的加速度比較小,所以造成我們看到小水滴往大水滴靠近,最後合而為一.

五、在各式各樣的載體部分,我們發現了各種載體的特性:

(一)金屬類載體(如:剛針)與玻璃類載體:(載玻片)可以讓水非常容易的附著在上面,但水滴不易呈球狀,因為金屬對水的附著力大於水滴本身的內聚力,所以在觀察上,體積不易測量.

(二)金屬類在體與玻璃類載體,如果再上面鍍上一層蠟油蒸氣,那本身的附著力會下降不少,水滴比較容易成球狀,但蠟油蒸氣冷卻以後行成的一小層蠟油,會讓載體外觀上凹凸不平,影響我們的觀察.

(三)生物類載體(如:貓鬚、蜘蛛、蚊子)附著力也不大,但載體是一根細細的毛或腿,水滴被載體本身遮掩,造成觀察上的不變.

(四)植物類載體(如:人厭槐葉蘋、仙人掌)的絨毛附著力不大,而且如果我們把葉面平放在載玻片上,絨毛是垂直向上的,觀察上非常方便,而人厭槐葉蘋上的水滴,比仙人掌更接近球狀.

柒、 結論

- 一、 水的蒸發速率不與表面積成正比關係
- 二、 水生植物的葉片是最符合本實驗的觀察的載具

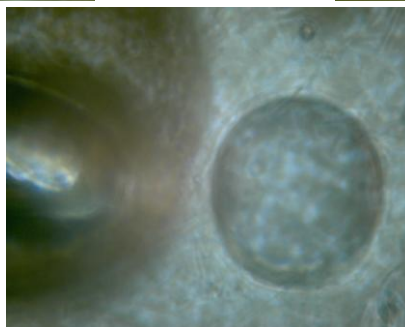
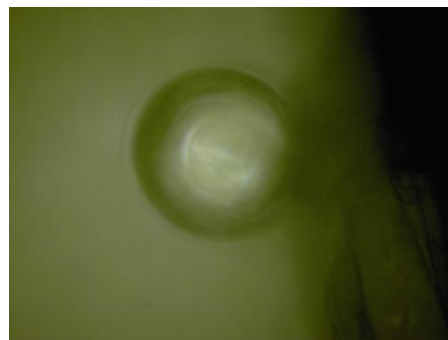
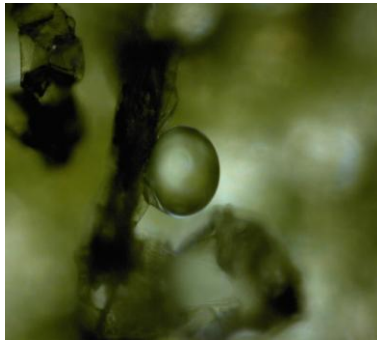


捌、 參考資料及其他

- 一、 高中物理課本
- 二、 高中化學課本
- 三、 網路資料

(1)微觀水滴之物理性質(民 99)。取自：

<http://news.sciencemag.org/sciencenow/2010/10/at-the-smallest-scale-water-is-a.html>



【評語】 040117

本作品以顯微鏡觀測水滴蒸發的現象，並探討能形成圓形水滴的基本水量。但實驗的環境的控制與調控應可再精進，以利提升實驗可驗性，並可再以較大放大倍率的設施再增大放大率。