

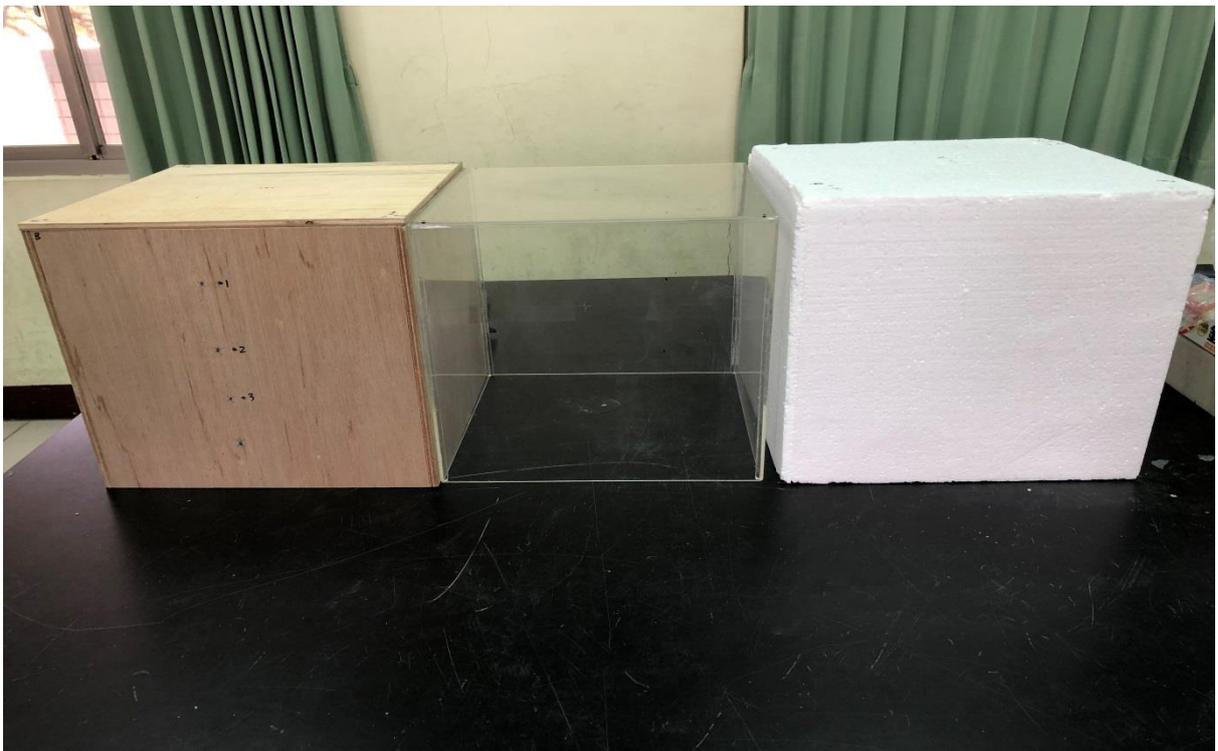
屏東縣第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：60 度的奧祕

~以各種變因發現水蒸氣凝結的各種特性~



關鍵詞：凝結、角度、材質

編號：B2030

目錄

◎ 摘要.....	第 2 頁
壹、研究動機.....	第 3 頁
貳、文獻探討.....	第 3 頁
參、研究目的.....	第 4 頁
肆、研究流程.....	第 4 頁
伍、研究器材及設備.....	第 5 頁
陸、研究過程及方法.....	第 6 頁
柒、研究結果與討論.....	第 8 頁
一、探討水溫對水氣凝結時間的影響.....	第 8 頁
二、探討水量對水氣凝結時間的影響.....	第 9 頁
三、探討角度對於水氣凝結量的影響.....	第 10 頁
四、研究不同材質，相同角度對於水氣凝結量的影響.....	第 12 頁
五、探討鋁箔紙不同折法對水氣凝結量的影響.....	第 13 頁
六、研究不同材質，不同位置箱子內外溫度的差異.....	第 14 頁
捌、結論.....	第 16 頁
玖、參考文獻資料.....	第 17 頁

作品名稱：60 度的奧祕

~以各種變因發現水蒸氣凝結的各種特性~

◎摘要

在缺水的時候，除了節約用水外，開發水資源也是重要的策略，尤其空氣中的水氣若能加以利用或多或少可以解除一點旱象，我們研究收集凝結水滴的材質、角度及條件，發現：

1. 溫度越高，凝結時間則越快，**80°C 的凝結時間太快(30 秒以下)**，**50°C 會超過 1 分鐘**。
2. 水量越少，壁面凝結時間越長，相同水量時，不同溫度凝結的位置都是正上面**正中央**的凝結時間最短，由保麗龍箱的實驗也發現箱子上方正中央的位置的溫差較大，時間越久溫差越大，而且高出其他地點好幾度，所以凝結水量也比較多。
3. **60 度**角的玻璃片，凝結的水滴最多，收集的水分是 0.325g，這是每 100cm²，10 分鐘收集的量，如果換算成 1m² 收集一小時可達 195g，**一天就可收集 4680g/m²**，在缺水時，不無小補。
4. 水氣的凝結和材質有關，集水多寡以磁磚最多。
5. **有褶的物體表面比沒褶的收集水量多，但是並沒有褶越多越好，二次對折可收集到最高的量，而且量很多，超過沒褶的 100 倍**。
6. 表面突起和材質都時影響集水量的因素，而表面的皺褶影響更大。

壹、研究動機

在涼爽的早晨，我們時常發現，每種車子的擋風玻璃上的露水凝結的多寡都不一樣，凝結的位置也不同，於是我們就想了又想，會不會是因為玻璃的角度不同而導致露水凝結的程度？後來我們突發奇想，如果讓凝結的地方換成不同材質會不會引起它的變化，於是我們也一併把箱子材質的變化也列入實驗，看看凝結的現象會不會產生變化？

後來看新聞發現今年缺水非常嚴重，許多稻田限制耕作，水庫也幾乎見底，甚至還有人在水庫底部露營放風箏，因此

我們想如果可以找到容易收集凝結水滴的材質、角度及條件，或許可以收集空氣中蘊藏大量的水氣(15 萬億升)(參考一)或者像沐霧甲蟲一樣藉著身體的結構來收集水滴，這樣或許可以幫助農民減少休耕的損失，於是我們便展開了這項研究之旅。



車上不同的位置凝結的水滴數量不同



貳、文獻探討

一 沐霧甲蟲集水器

空氣中蘊含著近 15 萬億升水，但世界各地的人們依然面臨著缺水的困境，名叫 Dew Bank。其粗糙的外型仿造了沐霧甲蟲的外骨骼溝槽結構。當沙漠晨間的霧氣接觸到相對較冷的不鏽鋼圓型拱頂時，瓶身就凝結小水滴並沿著溝槽流入環繞水壺的隙縫之中。Dew Bank 的功能多樣，除了儲

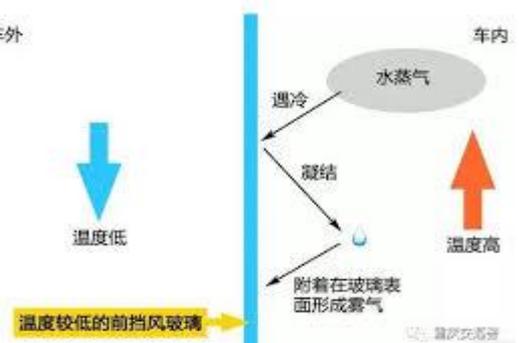


仿沐霧甲蟲集水器

水之外，其背面的凹型設計還能讓窮困地區人民當成盛水的器具。Kitae Pak 聲稱其收到的水量足夠人們狠狠地喝水解渴。

二、小水滴形成原理

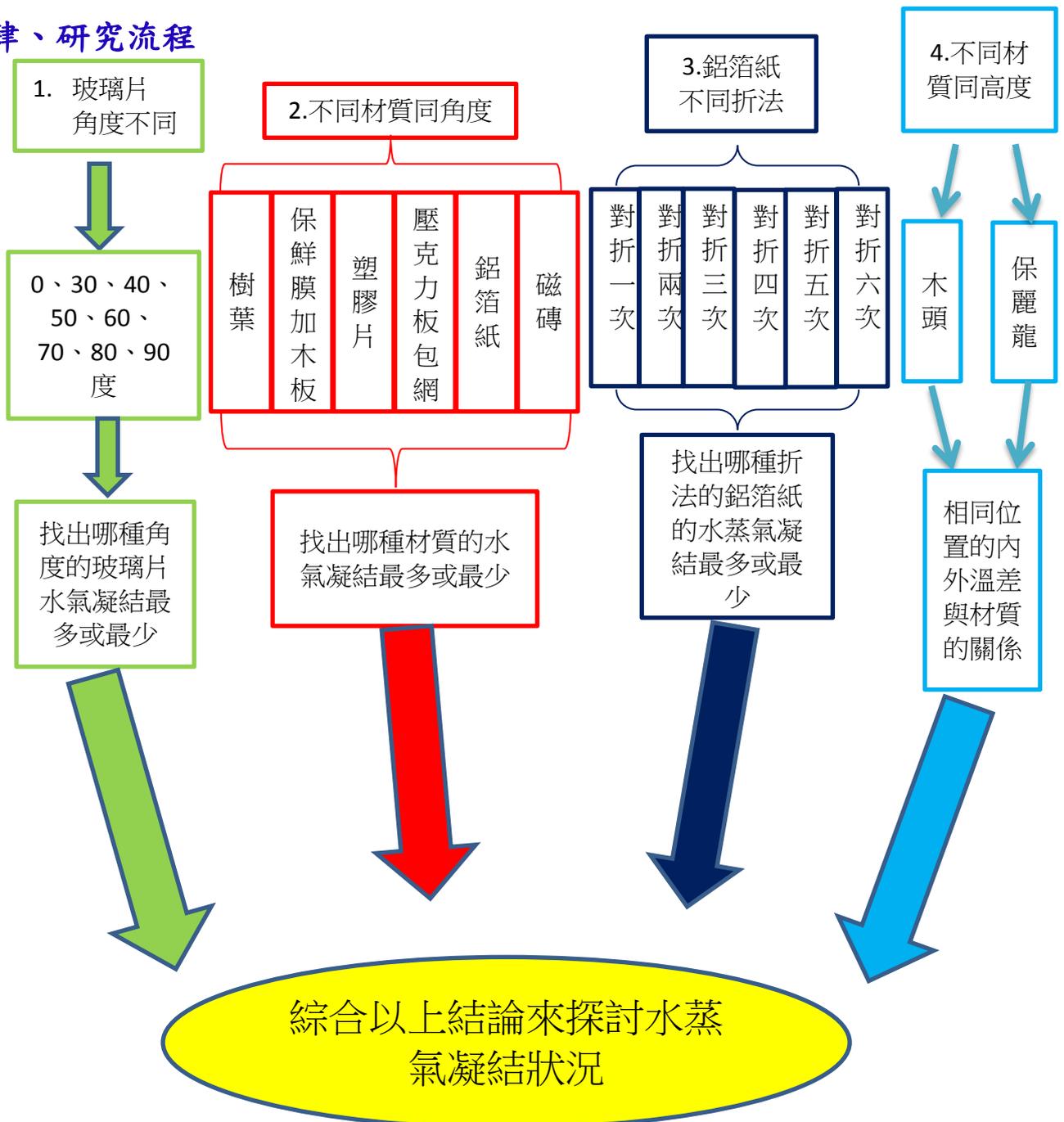
水蒸氣變成小水滴的重要關鍵是「遇冷」。因此會出現白色煙霧的地方，往往就是冷熱交界，溫差較大的地方。舉例來說，吃麵時眼鏡常常出現一層白白的薄霧，這是因為空氣中的水蒸氣凝結在冰冷玻璃鏡面上的緣故，特別是在冷氣房中吃麵，效果更明顯。另一例子，以塑膠袋裝入熱騰騰的包子，不一會兒，袋子上佈滿一層白色小水滴，這是因為袋子內熱外冷所形成的結果。(參考二)



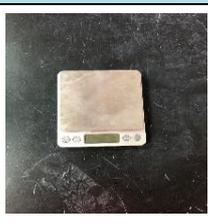
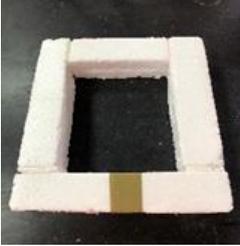
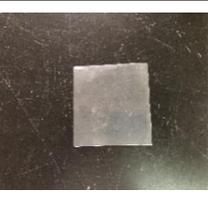
參、研究目的

- 一、探討水溫對水氣凝結時間的影響
- 二、探討水量對水氣凝結時間的影響
- 三、探討角度對於水氣凝結量的影響
- 四、研究不同材質，相同角度對於水氣凝結量的影響
- 五、探討鋁箔紙不同折法對水氣凝結量的影響
- 六、研究不同材質，不同位置箱子內外溫度的差異

肆、研究流程



伍、研究器材及設備

紅外線溫度槍 1 個	電子溫度計	滴管	電子溫度計	鐵盤
				
500ml 燒杯	100ml 量筒	電子秤	玻璃片 1 號及 2 號	紙黏土
				
架高裝置	35*35 木箱	35*35 壓克力箱	35*35 保麗龍箱	加熱器
				
葉子	壓克力板	塑膠板	鐵皮	鋁箔紙
				
磁磚	木頭加保鮮 膜	塑膠網		
				

陸、研究過程及方法

一、探討水溫對水氣凝結時間的影響

- (一)將加熱器置於架高裝置中，以鐵盆承裝 300 毫升 50°C 的水，置於加熱器上。(鐵盆位置要使在箱子蓋上時，位於正中央)
- (二)蓋上壓克力箱，記錄每位置開始凝結的時間。
- (三)60，70，80°C 重複以上 1、2 步驟
- (四)每種水溫測量三次平均。
- (五)記錄分析實驗結果。



#以各種溫度來實驗
(圖例以 50 度來表示)

二、探討水量對水氣凝結時間的影響

- (一)將加熱器置於架高裝置中，以鐵盆承裝 200 毫升 72.1 度的水，置於加熱器上。(鐵盆要在箱子蓋上時，位於正中央)
- (二)蓋上壓克力箱，記錄每位置開始凝結的時間。
- (三)300，400，500ml 重複以上 1、2 步驟。
- (四)每種水量測量三次平均。
- (五)記錄分析實驗結果。



#以不同水量來做實驗
(圖例以 200ml 來表示)

三、探討角度對於水氣凝結量的影響

- (一)測量每一片玻璃(10cm²)的重量，並將其編號。
- (二)以紙黏土使玻璃形成不同的角度(0，30，40，50，60，70，80，90 度)。
- (三)將玻璃固定在壓克力箱各角落(一次 2 片)。
- (四)以鐵盆裝 300ml 70°C 的水，蓋入壓克力箱中。
- (五)10 分鐘後，摘除紙黏土。測量每一片玻璃的重量，每個角度測量 3 次。
- (六)平均並記錄增加的水量，分析實驗結果。



#以不同角度來實驗(圖例以 0 度及 90 度來表示)

四、研究不同材質，相同角度對於水氣凝結量的影響

- (一)收集各種材質:樹葉、塑膠片、壓克力板、木板+保鮮膜、磁磚、鋁箔紙、鐵皮、壓克力板+網子，秤重。
- (二)固定在壓克力箱各角落，並呈 60 度角(一次 2 種)。
- (三)重複實驗三(四)~(六)



#不同材質的集水實驗

五、探討鋁箔紙不同折法對水氣凝結量的影響

- (一)測量每一片鋁箔紙的重量。
- (二)將三片鋁箔紙摺成三種樣式。(對折一次、對折兩次、對折三次)
- (三)固定在壓克力箱各角落，並呈 60 度角(一次 2 種)。
- (四)重複實驗三(四)~(六)



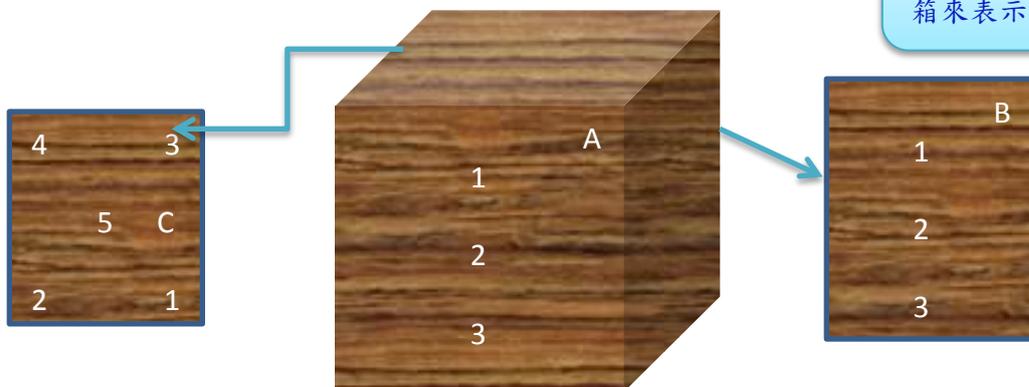
#不同折法的鋁箔紙集水實驗

六、研究不同材質，不同位置箱子內外溫度的差異

- (一)將木箱三面打出 A1~A3,B1~B3,C1~C5 的洞
- (二)將加熱器置於架高裝置中，以鐵盆承裝 300 毫升 72.1 度的水，置於加熱器上。(鐵盆位置要使在箱子蓋上時，位於正中央)
- (三)將溫度計插入洞中(內壁)，外壁則用紅外線感測儀測量。
- (四)每 30 秒紀錄一次內壁溫度，以及測量一次外壁溫度。共 3 次(30、60、90 秒)
- (五)每個時間測量三次平均。
- (六)保麗龍箱重複以上 1~4 步驟。
- (七)記錄分析實驗結果。



#以不同材質來做實驗
(圖例以木箱、保麗龍箱來表示)



#ABC 三面測量位置的示意圖

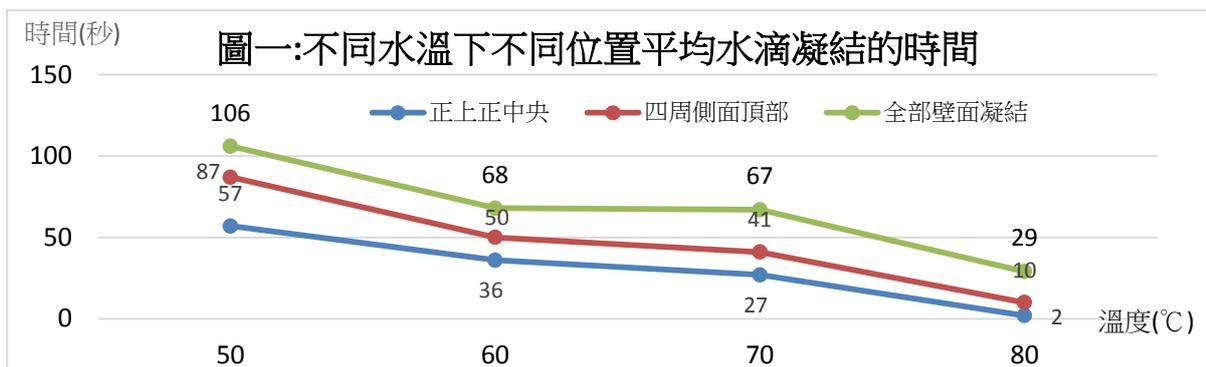
柒、研究結果與討論

一、探討水溫對水氣凝結時間的影響

我們發現不同季節汽車玻璃出現水滴的情況也不一樣，也就是溫度會影響水滴的凝結，我們用不同溫度的水來探討水滴凝結的情形，我們以凝結的時間來做比較，越快凝結，單位時間產生的水氣將越多。結果如下表：

表一：壓克力箱的壁面在不同水溫下不同位置平均水滴凝結的時間(秒)

位置 溫度(°C)	正上正中央	四周側面頂部	全部壁面凝結
50 度	57 秒	87 秒	106 秒
60 度	36 秒	50 秒	68 秒
70 度	27 秒	41 秒	67 秒
80 度	2 秒	10 秒	29 秒



◎結果與討論：

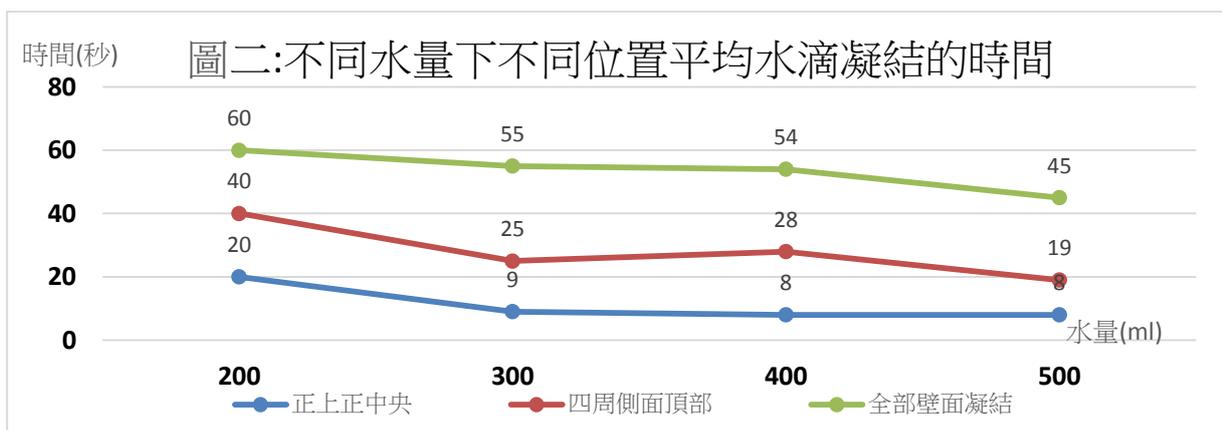
1. 溫度越低，壁面凝結時間越慢。溫度越高，則壁面凝結時間越快，80°C的凝結時間太快(30 秒以下)，50°C會超過 1 分鐘，所以後面測定凝結量時 70°C來測量。
2. 不同溫度凝結的位置都是正上面正中央的凝結時間最短。

二、探討水量對水氣凝結時間的影響

水量對蒸發量會有影響，我們想要找到最適合做收集凝結量的實驗用的水量，結果發現：

表二：壓克力箱的壁面在不同水量下不同位置平均水滴凝結的時間(秒)

位置 水量	正上正中央	四周側面頂部	全部壁面凝結
200ml	20 秒	40 秒	60 秒
300ml	9 秒	25 秒	55 秒
400ml	8 秒	28 秒	54 秒
500ml	8 秒	19 秒	45 秒



◎結果與討論：

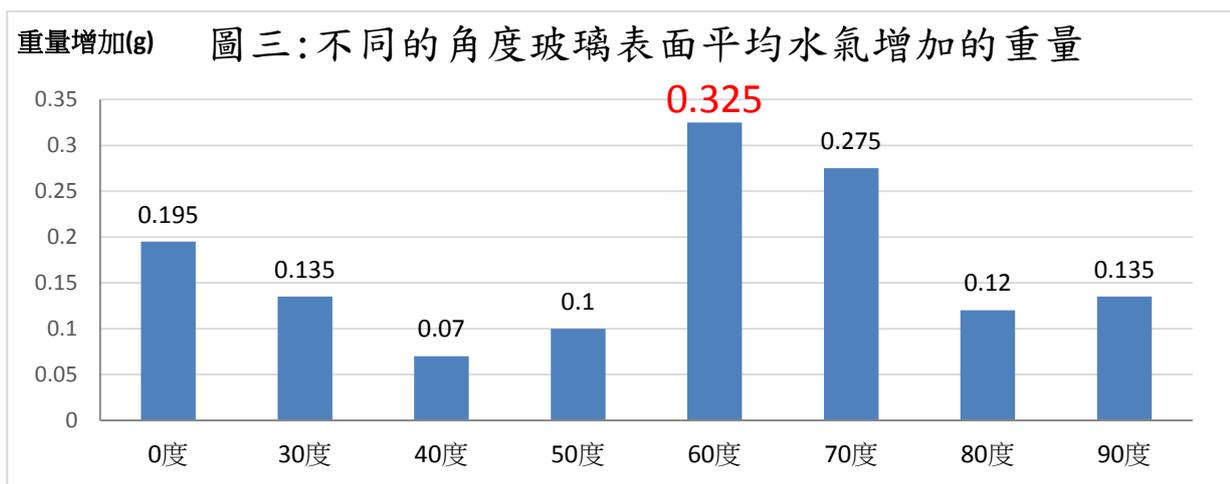
1. 水量越少，壁面凝結時間越長。水量越多，則壁面凝結時間越快，但差異不大，因此我們也是挑中間的 300ml 來做不同角度凝結量的測定。
2. 相同水量時，都是正中央凝結最快，四周側面頂部其次，全部壁面凝結最慢。

三、探討角度對於水氣凝結量的影響

出外旅遊時，發現擋風玻璃上總是霧面一片，而且不同位置凝結的水滴量不同。當時我們就想，如果改變擋風玻璃的角度，會不會霧面的問題就會稍微減少呢？但是因為水蒸氣在玻璃片上凝結的多寡用肉眼實在難以判斷，於是我們想到利用收集前後玻璃片的重量差來觀察水蒸氣凝結的多寡。因此，我們決定研究各種角度對於水氣收集的多寡，為了增加實驗的準確性，我們每個角度都各測三次，結果如下表。

表三：玻璃表面在不同角度下平均水氣增加重量表

角度	0度	30度	40度	50度	60度	70度	80度	90度
重量增加(g)	0.195	0.135	0.07	0.1	0.325	0.275	0.12	0.135



◎結果與討論：

1. 數據顯示，發現 **60度** 角的玻璃片，凝結的水滴最多，**40度** 則最少，30度跟90度一樣。
2. 平均的重量增加也落在 **0.05~0.3g** 左右，並不會差太多。
3. 長條圖顯示是以 W 型的圖案出現，重量增加大小：**60度**>**70度**>**0度**>**30度**=**90度**>**80度**>**50度**>**40度**。
4. **60度** 角的玻璃片，凝結的水滴最多，這與沐霧甲蟲收集水分時屁股抬高的角度一致，讓我們深深敬畏這些生物的生存之道竟是如此具科學性。
5. **60度** 角收集的水分是 0.325g，這是每 100cm²，10 分鐘收集的量，如果換算成 1m² 收集一小時可達 195g，**一天就可收集 4680g/m²**，在缺水時，不無小補，再加上收集的材質或

分支狀，那收集的數量就更可觀了。所以我們有針對材質的部份做收集水量的探討，分支的部份留待將來再做進一步的分析。

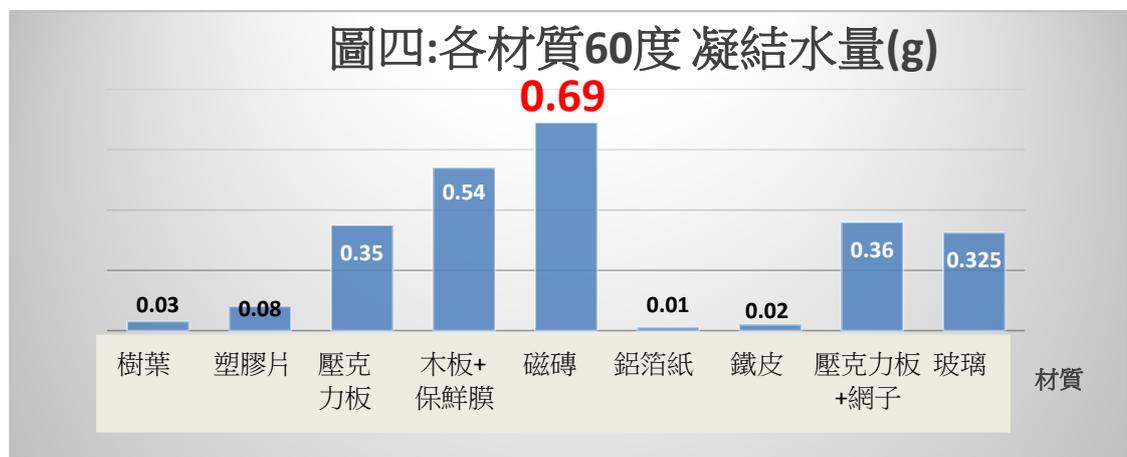
6. 我們預測 0 度角應該收集最多，90 度角最少，這牽涉到凝結時的重力和浮力，0 度角水滴最慢接觸到玻璃片，收集到的水可能因此減少（部份又蒸發掉），而 90 度最早接觸到水滴，但容易滑落而減少收集的量，所以角度在 0~90 度之間會收集較多的水滴。至於為何不是 45 度最多而是 60 度，將有賴更精準的浮力和重力測量才能了解其細節了。

四、研究不同材質，相同角度對於水氣凝結量的影響

找出上面實驗凝結水量最多的角度，發現 60 度最多，於是以 60 度當基準，測量 9 種材質的凝結水量與上面玻璃片實驗的變化不同，結果如下表：

表四：各種材質以 60 度角去收集的水量表 單位(g)

材質	收集前	收集後	增加重量
樹葉	5.34	5.37	0.03
塑膠片	2.79	2.87	0.08
壓克力板	7.75	8.1	0.35
木板+保鮮膜	161.86	162.4	0.54
磁磚	263.7	264.39	0.69
鋁箔紙	1.43	1.44	0.01
鐵皮	8.86	8.88	0.02
壓克力板+網子	10.74	11.1	0.36
玻璃			0.325



◎結果與討論：

1. 經過不同材質的實驗, 我們發現這 9 種材質增加的重量以**磁磚集水量最多**。
2. 收集水量的重量由大而小的排列:**磁磚**>保鮮膜>壓克力板+網子>壓克力板>玻璃>塑膠片>樹葉>鐵皮>鋁箔紙
3. 鋁箔紙的集水量最少，鐵皮也很少，是否和金屬材質有關，需要進一步來探討。
4. 我們原本預測網子和樹葉可能比較容易收集水分，結果卻出乎我們意料，竟是磁磚的集水量更好，我們猜想可能是因為磁磚有一排排的波紋，因此可能接觸水氣的表面積就會更多，因此集水量也較重，如果選擇毛多一點的葉子呢?這有趣的現象將留待日後來探討。
5. 現在台灣的水情吃緊，我們在想是否可以在建築物的某處**裝設 60 度角的磁磚**集水器來收集水，如果玻璃板一天可以收集 $4680\text{g}/\text{m}^2$ ，磁磚是玻璃板的兩倍多，一天收集的水量又更可觀了。

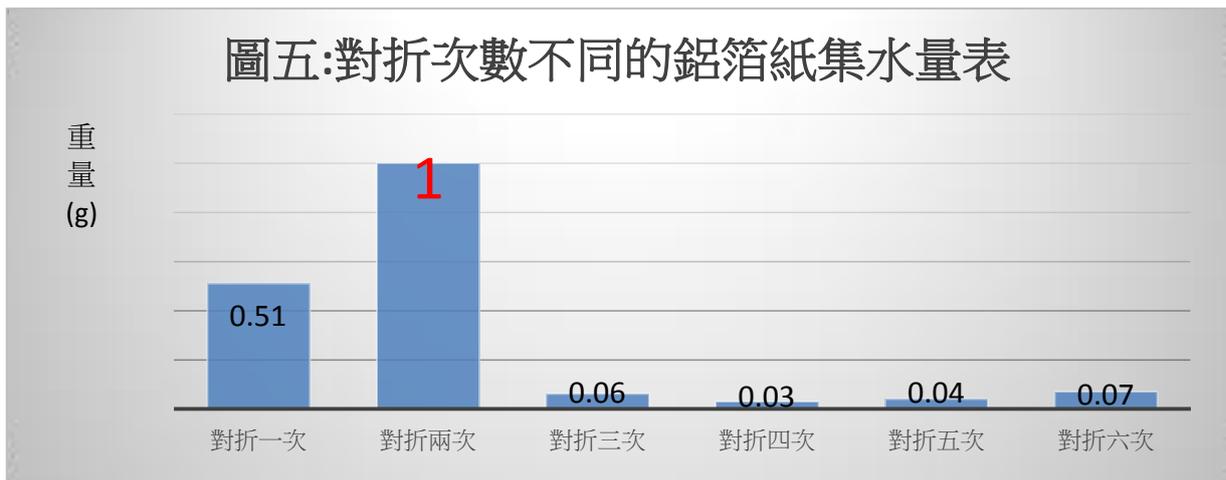
五、探討鋁箔紙不同折法對水氣凝結量的影響

我們看到沐霧甲蟲集水器上面有許多皺褶，於是我們想到除了角度外，摺痕或許對集水有幫助，於是便用了比較容易對折的鋁箔紙來做實驗，看看折痕是否真的對集水有幫助，結果如下：

表五:鋁箔紙各種折法對於集水的水量增加表

鋁箔紙	收集前	收集後	增加
對折一次	0.94	1.45	0.51
對折兩次	1.43	2.43	1
對折三次	1.62	1.68	0.06
對折四次	1.83	1.86	0.03
對折五次	1.83	1.87	0.04
對折六次	2.4	2.47	0.07

圖五:對折次數不同的鋁箔紙集水量表



◎結果與討論：

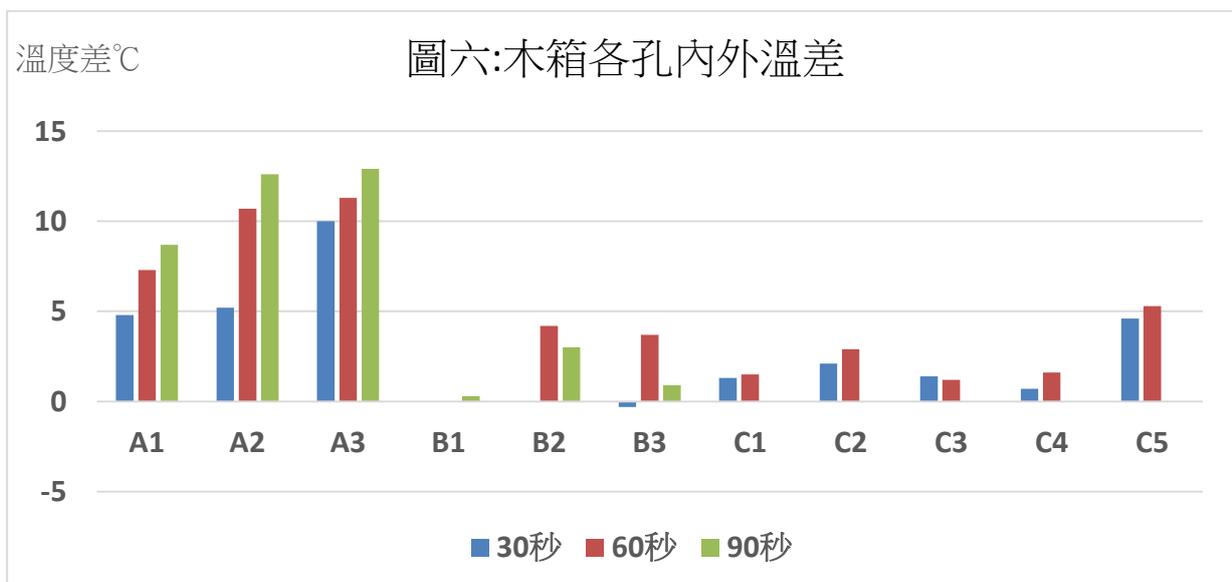
1. 根據第一個實驗，我們發現 60 度的集水量最多，於是用了 6 種折法鋁箔的方式，發現以對折兩次(三條摺痕)的鋁箔紙集水量最多。
2. 實驗結果發現有褶都比沒褶的好，但是並沒有褶越多越好，二次對折可收集到最高的量，而且量很多，甚至還超過沒皺摺的 100 倍。
3. 折四次、折五次、折六次呈上升的變化，集水重量關係如下:對折兩次>對折一次>對折六次>對折三次>對折五次>對折四次。
4. 綜合以上實驗，表面突起和材質都時影響集水量的因素，而表面的皺褶影響更大。

六、研究不同材質，不同位置箱子內外溫度的差異

經過以上實驗我們想知道凝結和溫差的關係，容易凝結的位置是否因內外溫差比較大的關係，我們用兩種材質(木箱和保麗龍箱)來探討，結果如下：

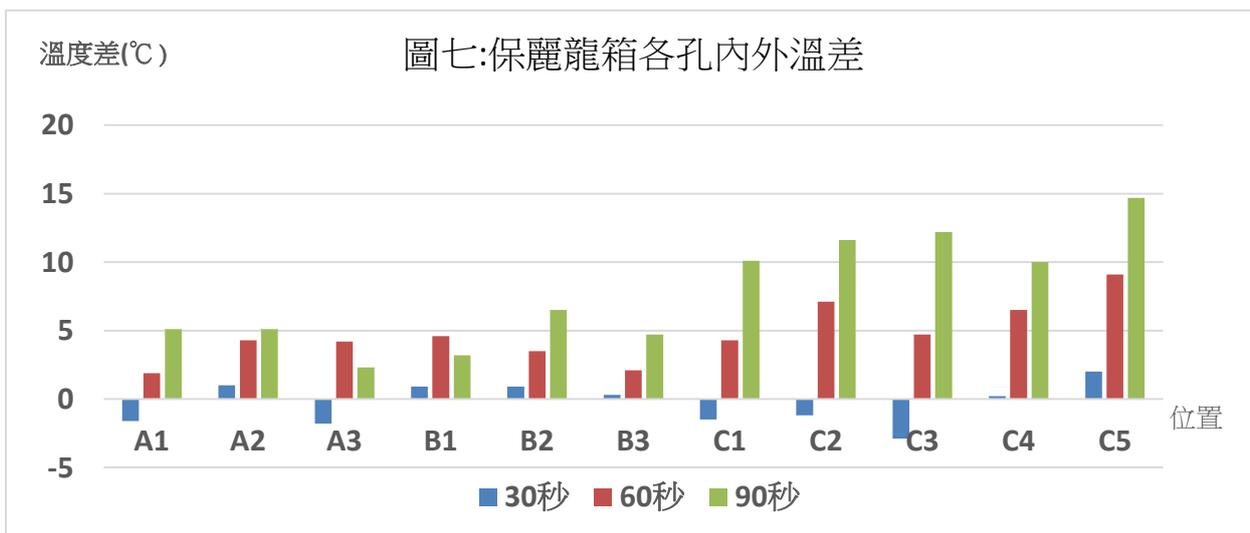
(表六) 木箱 各孔內外溫差

位置	30 秒	60 秒	90 秒
A1	4.8	7.3	8.7
A2	5.2	10.7	12.6
A3	10	11.3	12.9
B1	0	0	0.3
B2	0	4.2	3
B3	-0.3	3.7	0.9
C1	1.3	1.5	
C2	2.1	2.9	
C3	1.4	1.2	
C4	0.7	1.6	
C5	4.6	5.3	



(表七) 保麗龍箱 各孔內外溫差

位置	30 秒	60 秒	90 秒
A1	-1.6 度	1.9 度	5.1 度
A2	1 度	4.3 度	5.1 度
A3	-1.8 度	4.2 度	2.3 度
B1	0.9 度	4.6 度	3.2 度
B2	0.9 度	3.5 度	6.5 度
B3	0.3 度	2.1 度	4.7 度
C1	-1.5 度	4.3 度	10.1 度
C2	-1.2 度	7.1 度	11.6 度
C3	-2.9 度	4.7 度	12.2 度
C4	0.2 度	6.5 度	10 度
C5	2 度	9.1 度	14.7 度

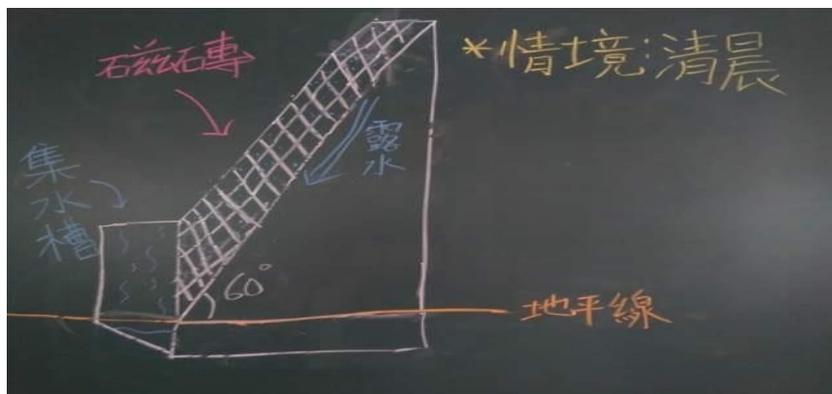


◎結果與發現：

1. 由實驗一、二發現最容易凝結的位置都在上方中央，就是 C5 的位置，我們實驗的結果也發現木箱並不是 C5 而是 A3(表五和圖五)，可能是木箱散熱快，A3 較接近熱源，溫差大，C 面和 A1 比較高，熱量散失多，導致內外溫差變小；C 面在屋頂，中間位置 C5 溫差最大，容易凝結，這與預測結果一致。
2. 由保麗龍箱的實驗發現箱子上方(C 面)的溫差比其他面大，時間越久溫差越大，理論上應該可以收集到更多的液體在每個時間點都最大，而且高出其他點好幾度，這跟我們的預測一樣，可能因保麗龍保溫效果好，不易散熱，容易做出我們預測的結果，所以水氣容易不容易凝結和材質的確有關，本實驗也可獲得這樣的結論。

捌、結論

- 一、溫度越低，壁面凝結時間越慢。溫度越高，則壁面凝結時間越快， 80°C 的凝結時間太快(30 秒以下)， 50°C 會超過 1 分鐘。
- 二、相同水量時，不同溫度凝結的位置都是正上面的正中央的凝結時間最短。
- 三、水量越少，壁面凝結時間越長。水量越多，則壁面凝結時間越快，但差異不大。
- 四、傾斜 60 度角的玻璃片，凝結的水滴最多， 40 度則最少， 30 度跟 90 度一樣，重量增加大小： 60 度 $>$ 70 度 $>$ 0 度 $>$ 30 度 $=$ 90 度 $>$ 80 度 $>$ 50 度 $>$ 40 度。
- 五、玻璃片傾斜 60 度角收集的水分是 0.325g ，這是每 100cm^2 ，10 分鐘收集的量，如果換算成 1m^2 收集一小時可達 195g ，一天就可收集 $4680\text{g}/\text{m}^2$ ，在缺水時，不無小補。
- 六、水氣的凝結和材質有關，實驗的 9 種材質，其集水多寡如下：磁磚 $>$ 保鮮膜 $>$ 壓克力板 + 網子 $>$ 壓克力板 $>$ 玻璃 $>$ 塑膠片 $>$ 樹葉 $>$ 鐵皮 $>$ 鋁箔紙。
- 七、實驗結果發現有褶的物體表面都比沒褶的收集水量多，但是並沒有褶越多越好，二次對折可收集到最高的量，而且量很多，甚至還超過前面磁磚的量集水重量關係如下：對折兩次 $>$ 對折一次 $>$ 對折六次 $>$ 對折三次 $>$ 對折五次 $>$ 對折四次。
- 八、表面突起和材質都時影響集水量的因素，而表面的皺褶影響更大。
- 九、由保麗龍箱和木箱的實驗發現箱子上方 C5 的位置的溫差較大，時間越久溫差越大，而且高出其他點好幾度，所以凝結水量也比較多。
- 十、建議收集水氣的模擬圖：



#收集水氣的假想圖

玖、參考文獻資料

一、 沐霧甲蟲集水器--Dew Bank

<https://www.biomideas.com/i3>

二、 看見水蒸氣還是小水滴

<https://blog.xuite.net/explore.sci/blog/233634436>

三、 汽車前擋玻璃總是起霧，怎麼處理最方便

<https://read01.com/NNAANjO.html#.YC3EC-gzbIV>