

屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：不裝冷氣也能舒爽？探討室內最佳化通風之研究

關 鍵 詞： 最佳化 、 熱對流 、 體感溫度

編號： A2065

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號：自報名系統報名完取得作品編號後，先填寫回作品封面上，再存成 docx 及 pdf 檔後再上傳。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

不裝冷氣也能舒爽？探討室內最佳化通風之研究

摘要

解決夏日炎炎裡教室悶熱難受的高溫環境是本研究的核心問題，藉由一連串的實驗設計，我們提出讓室內溫度能最快下降的設置模式，以加強室內對流通風之熱交換效果。

- 一、如果教室位處在室內外空氣可流通的有利環境下，加強自然通風是唯一選擇。故可將教室內的天花板風扇開啟為正轉轉向(空氣從上往下吹拂)，再配合窗戶完全開啟，讓室內外進行熱交換，達成降溫目的。
- 二、如果教室屬較難有自然風吹入的環境，可考慮在窗戶上加裝排扇，上排扇須將空氣由室內排出，下排扇則把空氣由室外引進，且須將天花板風扇開啟為反轉轉向(氣流由下往上吹襲)，可使室內的體感溫度下降最多，也可達到舒爽目的。

壹、研究動機

2020年7月24日，台北市氣象站出現了39.7度的高溫，創下建站以來最高溫的記錄，不開冷氣幾乎無法忍受，連續36度以上的天數達17天。根據氣象資料顯示，去年2020年屏東市在30度以上的高溫就有8個月之久，若以體感溫度計算，有10個月以上都在30度。但風是城市的天然冷氣，當風速每秒增加0.5公尺，夜間溫度便下降1度，尖峰時間用電量就能減少6%(天下雜誌700期，2020)。本校地處炎熱的南台灣—屏東縣屏東市，由於市區各高樓大廈林立，汽機車及空調設備的人工廢熱、低反射率的柏油路面，致使熱島效應發生而加速惡化校園內部的高溫化。

每逢如此高溫難受之際，悶熱的教室影響學生學習的情緒與專注力。雖然教室內裝設冷氣降溫已成為國家未來即將執行的政策，但是常吹冷氣不僅耗費巨大能源，進出冷氣房忽冷忽熱的溫差，對身體也會造成不好的影響，亦非永續發展中節約資源、環境友好之舉。此外，我們看到網路影片的方法是將教室內上方的風扇將正轉改成反轉，將風往上吹，且打開上方氣窗，就能降低室內溫度，室內外溫度差達3度。這樣的方法真的可行嗎？因此，我們以現有教室基本設備(電扇、窗戶)做為基礎，藉由操縱適當的變因，分別從巨觀的溫度下降變化與微觀的體感溫度及空氣對流等層面，來探討教室內外如何進行快速的冷熱交換，以期舒緩上課師生的悶熱感。

貳、文獻閱讀整理

一、熱對流

對流是熱能在氣體或液體中傳播的方式。熱對流是三種主要熱傳導方式中的其中一種，另外兩種分別是熱傳導與熱輻射(取自維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/對流>)。當空氣分子受熱，振動較劇烈，體積變大，密度變小；熱空氣往上升；相反地，密度較大的冷空氣則會下沉。生活中電暖氣安裝於地面，冷氣機安裝在房間上方，都是應用熱對流的現象(小天下，觀念物理小學堂)。

二、相對溼度

濕度(英語: Humidity)一般在氣象學中指的是空氣溼度，它是空氣中水蒸氣的含量。與蒸汽乾燥度(dryness fraction of steam, quality of steam)不同。空氣的溫度愈高，它容納水

蒸氣的能力就愈高。雖然水蒸氣可以與空氣中的部分成分（如懸浮灰塵中的鹽）進行化學反應，或者被多孔的粒子吸收，但這些過程或反應所占的比例非常小，相反的大多數水蒸氣可以溶解在空氣中。理論上「空氣中的水蒸氣飽和」這個說法是不正確的，因為空氣中的水蒸氣的飽和度與空氣的成分本身無關，而只與水蒸氣的溫度有關。在同一溫度下，真空中的水蒸氣的飽和度與空氣中的水蒸氣的飽和度實際上是一樣高的。但出於簡化一般人們常使用「空氣中溶解的水蒸氣」或「空氣中的水蒸氣飽和」這樣的詞句。（取自維基百科，<https://zh.wikipedia.org/wiki/濕度>）

三、體感溫度

體感溫度（apparent temperature）是指將人體所感受到的冷暖程度，轉換成同等之溫度。體感溫度會受到氣溫、風速與相對濕度的綜合影響。空氣對熱的吸收會受到相對濕度及其密度影響；而風速會影響到與人體表面可以接觸到的空氣的分量，當風速增加時，與人體所接觸的空氣會增加，所以其所帶走或帶來的熱量亦相應地增加。

體感溫度可以經由當時環境的溫度、溼度、風速計算出來。中央氣象局所使用的是1984年，羅伯特·史特德曼（Robert G. Steadman）發表《體感溫度的通用公式》（A universal scale of apparent temperature）如下：

$$AT = 1.07T + 0.2e - 0.65V - 2.7$$
$$e = \frac{RH}{100} \times 6.105 \times \exp \frac{17.27T}{237.7 + T}$$

其中AT為體感溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ）、T為氣溫（ $^{\circ}\text{C}$ ）、e為水氣壓（hPa）、V為風速（m/sec）、RH為相對濕度（%）。此公式，冬夏季節都適用，其中濕度在溫度較高時對體感溫度造成顯著的影響，溫度低時影響甚小（泛科學，體感溫度是什麼？它是重要的天氣指標嗎？）。

參、研究目的

在環保節能的條件下，找出可以達到室內舒適降溫的最佳化條件。

- 一、製作出教室環境的模型屋。
- 二、開窗、風扇的正反轉、數量與室內溫度、溼度、體感溫度間的關係。
- 三、室內排扇吸入、排出對室內溫度、溼度、體感溫度間的關係。

肆、研究設備與器材

教室模型屋、風扇馬達組、排熱風扇、溫溼度計、風速計、3號電池、鎢絲燈泡

伍、研究過程與方法

一、模型屋的製作。

1. 材料：木條、PVC塑膠片、壓克力板、木頭膠、保利龍膠、H型條

2. 步驟：

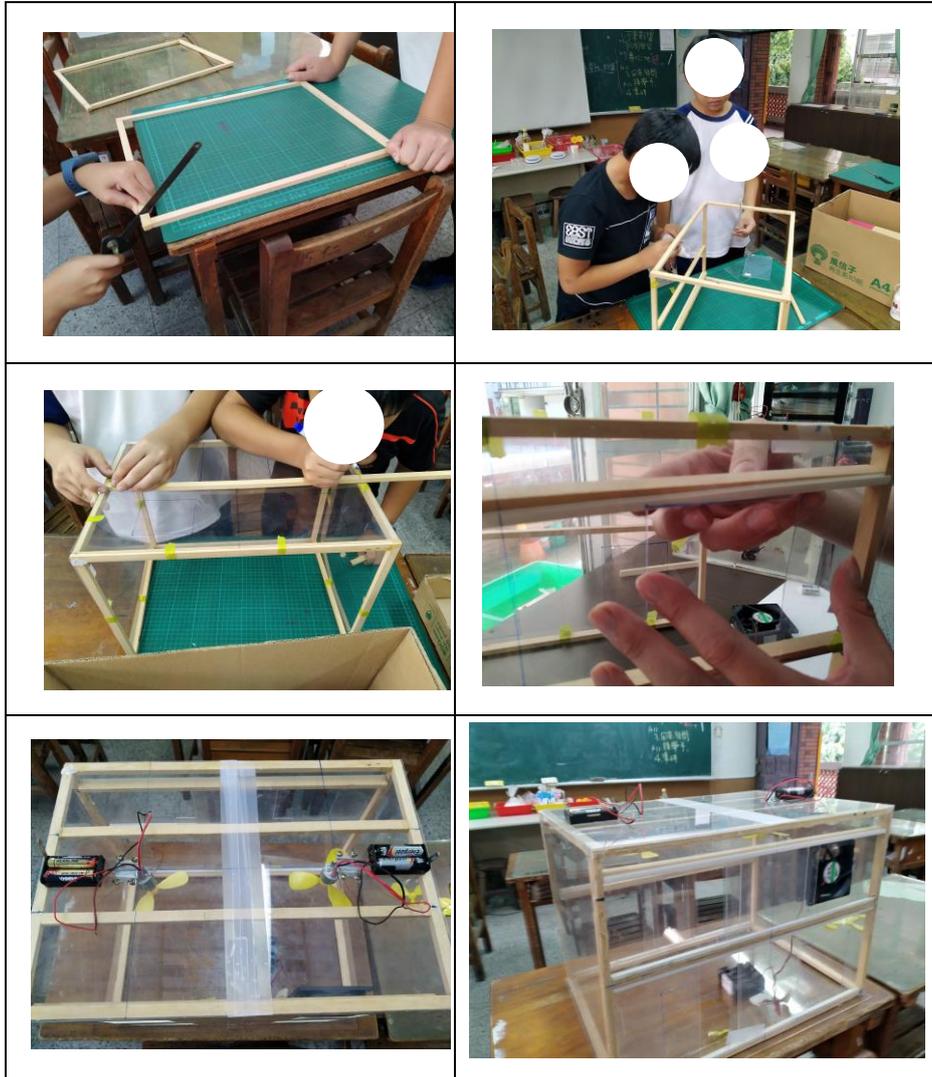
- (1) 將木條裁成長41.9公分，寬29.7公分作為模型屋的左右兩面。另外四支長29.7公分的木條作為模型屋的前後面的支架。
- (2) 將步驟(1)中的木條組合成一個長方體。
- (3) 2張A3的PVC板上切出2個上7.5公分X7.5公分的正方形，下方2個9公分X10公分的長方形，當作窗戶框。2張有長方形開口的A3PVC板當作是模型屋的左右兩個面。

(4) 裁出長30公分，寬30公分的長方形PVC板。

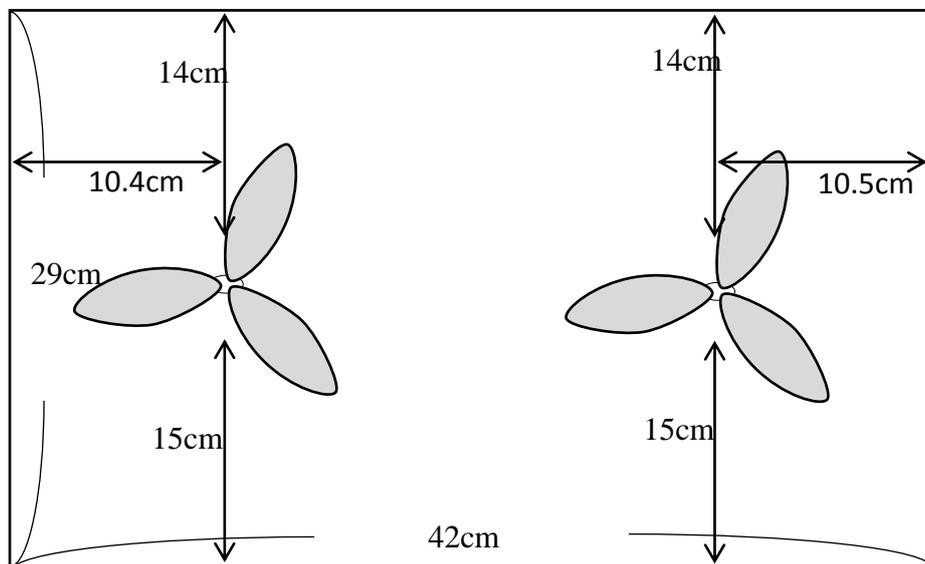
(5) 在步驟(3)中的PVC板上黏上H型條，當作軌道。在壓克力片上裁出四面當作窗戶

(6) 1張A3的PVC板上裝上2顆馬達風扇，當作是室內的吊扇。此面是模型屋的最上層。

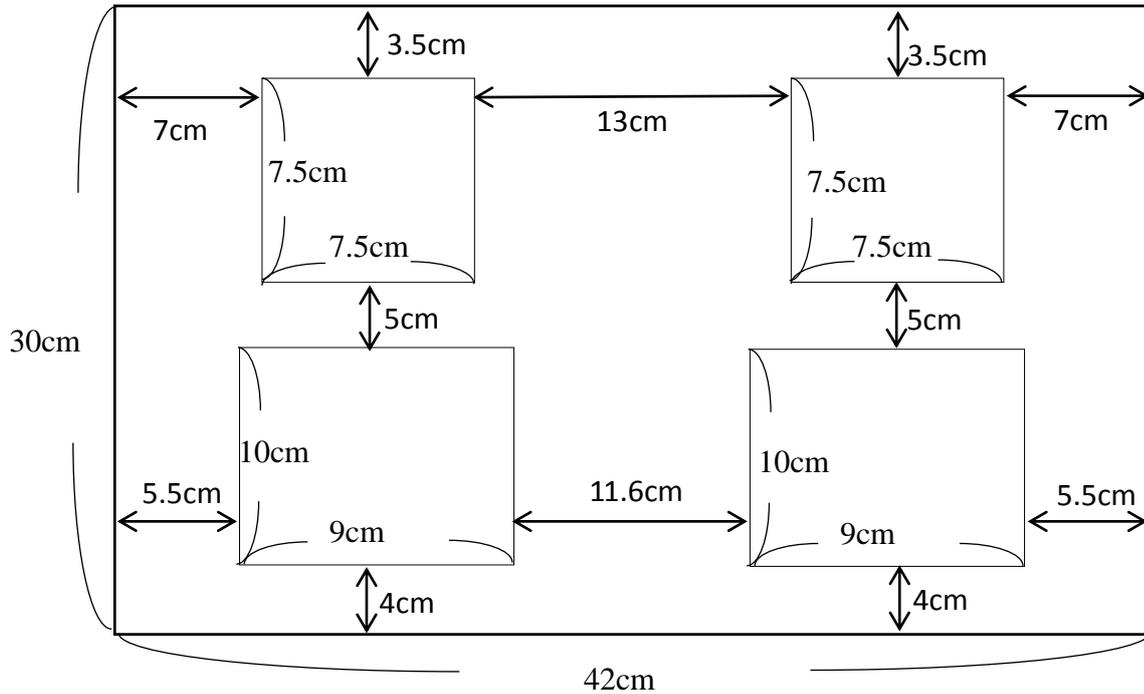
3. 製作過程圖



模型屋屋頂裝設吊扇之示意圖



模型屋立面開窗(排扇)之示意圖



模型屋降溫通風實驗裝置



二、找出最佳化的熱對流裝置

考慮目前的教室環境裝有風扇、開啟窗戶可以達到內外通風的狀態，以下的實驗分別從模型屋是否開窗、開扇、風扇數量、正反轉等因素去探討模型屋內有效降溫的最佳化條件。

實驗一：不開窗、開啟一個風扇正轉與溫、溼度、風速間的關係

1.做法：

- (1) 以並聯的方式在模型屋底部安裝使4顆鎢絲燈泡通電發亮。
- (2) 先將模型屋的窗戶關閉，開啟燈泡電源10分鐘，使模型屋內溫度穩定升高後，關閉燈泡電源。使用溫溼度計測量不開窗模型屋內的溫溼度，與模型屋外的溫溼度。
- (3) 風扇開啟正轉10分鐘，測量記錄此時間內模型屋內溫度的變化，並使用風速計記錄風速的變化。
- (4) 離模型屋內高15公分處，使用風速計測量風扇正轉10分鐘內的風速。

2.過程記錄

模型屋外 溫溼度	21.3°C , 58.8%			22.6°C , 52.6%			23.6°C , 47.4 %		
實驗次數	第一次			第二次			第三次		
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)
0	59.1	22	0	54.8	23.6	0	48.5	24.7	0
0.5	58.2	22.4	0	53.4	24.3	0	46.9	25.4	0
1	57.3	22.6	0	51.6	24.8	0	45.3	26	0
1.5	56.5	23	0	50.4	25.3	0	44.1	26.6	0
2	55.8	23.2	0	49.3	25.8	0	43.1	27	0
2.5	55.2	23.5	0	48.4	26.3	0	42.2	27.5	0
3	54.5	23.8	0	47.3	26.7	0	41.5	27.9	0
3.5	53.7	24.1	0	46.3	27.1	0	40.8	28.3	0
4	53.1	24.3	0	45.5	27.5	0	40.1	28.7	0
4.5	52.5	24.6	0	44.7	27.8	0	39.4	29.1	0
5	51.8	24.9	0	44	28.2	0	38.8	29.4	0
5.5	51.2	25.2	0	43.2	28.6	0	38.2	29.8	0
6	50.5	25.5	0	42.5	28.9	0	37.7	30.2	0
6.5	49.9	25.8	0	41.6	29.3	0	37	30.5	0
7	49.2	26	0	40.9	29.7	0	36.6	30.9	0
7.5	48.5	26.3	0	40	30	0	36.1	31.2	0
8	47.8	26.6	0	39.6	30.3	0	35.5	31.6	0
8.5	47.1	26.8	0	38.9	30.7	0	34.8	31.9	0
9	46	27.2	0	38.1	31	0	34.2	32.3	0
9.5	45.2	27.3	0	37.5	31.3	0	33.6	32.6	0
10	44.7	27.2	0	36.9	31.6	0	33.2	32.8	0
10.5	44.3	27.1		36.8	31.7		32.7	32.2	
11	44	27		36.2	31.3		32.5	31.7	
11.5	44	26.8		35.9	30.9		32.7	31.2	
12	44	26.7	1.1	36	30.5	1.1	32.8	30.8	1.5
12.5	44.1	26.6		36	30.2		33.1	30.4	
13	44.1	26.4		36.2	30		33.3	30.1	
13.5	44.3	26.3		36.5	29.7		33.7	29.8	
14	44.5	26.2	1.2	36.7	29.5	0.8	34	29.5	1.4
14.5	44.8	26.1		37	29.3		34.3	29.3	
15	45.1	26		37.1	29		34.6	29	
15.5	45.2	25.8		37.3	28.8		34.9	28.8	
16	45.3	25.7	1.1	37.7	28.6	0.9	35.3	28.5	1.3
16.5	45.7	25.6		38.1	28.4		35.8	28.3	
17	45.8	25.5		38.7	28.1		36.1	28.1	

17.5	46	25.3		38.7	28		36.4	27.9	
18	46.1	25.2	1	38.8	27.8	0.9	36.6	27.7	1.2
18.5	46.2	25.2		39.1	27.6		37.2	27.6	
19	46.6	25		39.4	27.4		37.5	27.4	
19.5	46.7	24.9		39.7	27.3		37.8	27.2	
20	47	24.8	1.2	39.9	27.1	0.9	38	27.1	1.3

3.不開窗、一個風扇正轉溫溼度變化量比較

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
時間(分)	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度
0(開始)	22	59.1	23.6	54.8	24.7	48.5
10 (關掉燈泡)	27.2	44.7	31.6	36.9	32.8	33.5
20	24.8	47	27.1	39.9	27.1	38
0-10變化量	+5.2	-14.4	+8	-17.9	+8.1	-15
10-20變化量	-2.4	+2.3	-4.5	+3	-5.7	+4.5

4.不開窗、一個風扇正轉10分鐘內體感溫度變化

實驗次數	第一次				第二次				第三次			
時間(分)	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度
10	27.2	44.7	0	29.6	31.6	36.9	0	34.5	32.8	33.2	0	35.7
12	26.7	44	1.1	28.2	36	30.5	1.1	38.7	30.8	32.8	1.5	32.2
14	26.2	44.5	1.2	27.6	29.5	36.7	0.8	31.4	29.5	34	1.4	30.7
16	25.7	45.3	1.1	27.1	28.6	37.7	0.9	30.3	28.5	35.3	1.3	29.7
18	25.2	46.1	1	26.6	27.8	38.8	0.9	29.4	27.7	36.6	1.2	28.9
20	24.8	47	1.2	26.0	27.1	39.9	0.9	28.6	27.1	38	1.3	28.2

5.結果：不開窗、一個風扇正轉平均下降了4.2度，相對溼度平均增加3.26%。

實驗二：不開窗、開啟二個風扇正轉與溫、溼度、風速間的關係

1.做法：做法如前(一)相同，不同的是在等模型屋內溫度穩定升高後，關掉燈泡電源，不開窗戶，開啟二個風扇正轉。測量室內溫溼度變化。

2.過程記錄

模型屋外 溫溼度	22.8°C , 52.1%			23.1°C , 44.3%			23.5°C , 36.9%		
實驗次數	第一次			第二次			第三次		
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)
0	51.8	23.3	0	45.7	23.9	0	42.8	24.6	0

0.5	50.3	24.1	0	44.2	24.7	0	41.6	25.5	0
1	48.2	24.8	0	42.8	25.4	0	39.1	26.2	0
1.5	46.8	25.5	0	41.3	26.1	0	37.3	26.8	0
2	45.7	26.1	0	40.4	26.7	0	36	27.4	0
2.5	44.7	26.7	0	39.5	27.2	0	34.8	28	0
3	43.9	27.2	0	38.7	27.8	0	33.8	28.5	0
3.5	42.7	27.8	0	37.6	28.3	0	32.9	29	0
4	41.6	28.3	0	37	28.8	0	32.1	29.5	0
4.5	40.8	28.8	0	36.2	29.3	0	31.3	30	0
5	39.8	29.3	0	35.5	29.8	0	30.7	30.4	0
5.5	38.9	29.9	0	34.7	30.2	0	29.8	30.9	0
6	37.9	30.3	0	34	30.8	0	29.3	31.4	0
6.5	37.2	30.8	0	33.3	31.2	0	28.7	31.8	0
7	36.3	31.2	0	32.6	31.7	0	28	32.3	0
7.5	35.6	31.7	0	31.9	32.2	0	27.4	32.7	0
8	35.1	32.1	0	31.2	32.6	0	26.8	33.2	0
8.5	34.2	32.5	0	30.5	33.1	0	26.3	33.6	0
9	33.4	32.9	0	29.8	33.5	0	25.7	34	0
9.5	32.6	33.3	0	29.4	33.9	0	25.3	34.4	0
10	31.9	33.8	0	28.7	34.3	0	24.8	34.8	0
10.5	33.4	32		27.7	34.1		25.1	33	
11	35.7	29.7		31.6	30.6		27.2	30.9	
11.5	37.1	28.5		32.3	29.5		27.7	30	
12	37.8	27.8	1.4	32.7	28.9	1.7	27.9	29.4	1.2
12.5	38.3	27.4		32.9	28.4		28.1	29.1	
13	38.6	27		33	28.1		28.2	28.7	
13.5	38.9	26.7		33.4	27.7		28.5	28.4	
14	39.2	26.4	1.7	33.6	27.4	1.1	28.9	28.1	0.7
14.5	39.4	26.2		33.8	27.2		29.4	27.8	
15	39.7	25.9		33.9	26.9		29.6	27.6	
15.5	39.9	25.7		34	26.7		30	27.4	
16	39.8	25.6	0.9	34.1	26.6	1.5	30.1	27.1	1.6
16.5	40.2	25.4		34.1	26.4		30.2	27	
17	40.1	25.2		34.4	26.2		30.5	26.8	
17.5	40	25.1		34.6	26.1		30.8	26.6	
18	40.2	25	1.2	34.7	25.9	0.9	31	26.5	0.8
18.5	40.5	24.8		34.7	25.8		31.2	26.4	
19	40.9	24.7		34.9	25.7		31.3	26.3	
19.5	41.4	24.6		35.1	25.5		31.5	26.1	
20	41.8	24.5	1.6	35.3	25.4	1.4	31.8	26.1	1.2

3. 不開窗、二個風扇正轉溫溼度變化量比較

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	溼度	溫度	溼度	溫度	溼度
0(開始)	23.3	51.8	23.9	45.7	24.6	42.8
10 (關掉燈泡)	33.8	31.9	34.3	28.7	34.8	24.8
20	24.5	41.8	25.4	35.3	26.1	31.5
0-10變化量	+10.5	-19.9	+10.4	-17	+10.2	-18
10-20變化量	-9.3	+9.9	-8.9	+6.6	-8.7	+6.7

4. 結果：不開窗，二個風扇正轉溫度平均下降8.96度。相對溼度平均增加7.7%。

5. 不開窗、二個風扇正轉10分鐘內體感溫度變化

實驗次數	第一次				第二次				第三次			
	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度
10	33.8	31.9	0	36.8	28.7	34.3	0	30.7	34.8	24.8	0	37.3
12	27.8	37.8	1.4	29.0	28.9	32.7	1.7	29.7	29.4	27.9	1.2	30.3
14	26.4	39.2	1.7	27.1	27.4	33.6	1.1	28.3	28.1	28.9	0.7	29.1
16	25.6	39.8	0.9	26.7	26.6	34.1	1.5	27.2	27.1	30.1	1.6	27.4
18	25	40.2	1.2	25.8	25.9	34.7	0.9	26.7	26.5	31	0.8	27.3
20	24.5	41.8	1.6	25.0	25.4	35.3	1.4	25.9	26.1	31.8	1.2	26.6

實驗三：開窗、不開扇與溫、溼度的關係

1. 做法：做法如前(一)相同，不同的是在等模型屋內溫度穩定升高後，關掉燈泡電源，打開窗戶，不開啟風扇。測量室內溫溼度變化。

2. 過程記錄

模型屋外溫溼度	55.5% , 23.7°C		54.9% , 24 °C		53.4% , 24.4 °C	
實驗次數	第一次		第二次		第三次	
時間(分)	相對溼度(%RH)	溫度(°C)	相對溼度(%RH)	溫度(°C)	相對溼度(%RH)	溫度(°C)
0	55	24.6	53.7	24.8	51.8	25.8
0.5	54.3	25.1	52.8	25.3	52.3	26.4
1	52.6	25.7	51.4	25.8	51.7	26.9
1.5	51.2	26.1	50.3	26.3	49.8	27.3
2	50.1	26.6	49.3	26.7	48.5	27.8
2.5	49	27	48.3	27.1	47.4	28.2
3	48	27.4	47.4	27.5	46.4	28.6

3.5	47	27.9	46.5	28	45.5	28.9
4	46.1	28.3	45.7	28.3	44.6	29.3
4.5	45.3	28.7	44.9	28.7	43.8	29.7
5	44.4	29.1	44.1	29.1	43	30.1
5.5	43.5	29.5	43.3	29.5	42.2	30.5
6	42.6	29.9	42.5	29.9	41.4	30.9
6.5	41.8	30.3	41.6	30.3	40.6	31.3
7	41	30.7	40.8	30.7	39.8	31.7
7.5	40.2	31.1	40	31.2	39	32
8	39.5	31.5	39.2	31.6	38.2	32.4
8.5	38.7	31.9	38.3	31.9	37.5	32.8
9	38	32.4	37.5	32.3	36.7	33.2
9.5	36.9	32.8	36.8	32.8	36	33.5
10	35.8	32.8	36	33.2	35.3	33.9
10.5	33.7	32.6	34.9	33.2	34.6	33.9
11	34	32.2	33.2	32.9	34	33.6
11.5	34.5	31.9	33.2	32.6	32.5	33.2
12	34.7	31.7	33.6	32.3	31.6	32.9
12.5	35.1	31.5	33.8	32.1	31.7	32.7
13	35.6	31.4	34.1	31.9	32.2	32.4
13.5	35.8	31.2	34.4	31.8	32.4	32.3
14	36.1	31.1	34.7	31.6	32.7	32.1
14.5	36.4	30.9	35.2	31.5	33.2	31.9
15	36.7	30.7	35.4	31.3	33.5	31.7
15.5	37.1	30.5	35.6	31.2	33.8	31.5
16	37.6	30.3	35.9	31	34	31.4
16.5	38	30.1	36.3	30.8	34.3	31.2
17	38.3	29.9	36.6	30.6	34.6	31
17.5	38.7	29.8	37	30.4	35.1	30.9
18	38.9	29.6	37.3	30.3	35.4	30.7
18.5	39.2	29.5	37.6	30.1	35.7	30.5
19	39.6	29.3	37.9	30	35.9	30.4
19.5	39.9	29.2	38.2	29.9	36.3	30.2
20	40.2	29	38.8	29.7	36.5	30.1

3.開窗、不開扇溫溼度變化量比較

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度
0(開始)	24.6	55	24.8	53.7	25.8	51.8

10 (關掉燈泡)	32.8	35.8	33.2	36	33.9	35.3
20	29	40.2	29.7	38.8	30.1	36.5
0-10變化量	+8.2	-19.2	+8.4	-17.7	+8.1	-16.5
10-20變化量	-3.8	+4.4	-3.5	+2.8	-3.8	+1.2

3.結果：

- (1) 加熱後模型屋內溫度平均上升8.2度，在開窗、不開扇後溫度平均下降3.7度。
- (2) 加熱後模型屋內相對溼度平均下降17.8%，在開窗、不開扇後相對溼度平均上升2.8%。

4.開窗、不開扇溫10分鐘內體感溫度變化

實驗次數	第一次				第二次				第三次			
	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度
10	32.8	35.8	0	35.9	33.2	36	0	36.5	33.9	35.3	0	37.3
12	31.7	34.7	0	34.5	32.3	33.6	0	35.1	32.9	31.6	0	35.7
14	31.1	36.1	0	33.8	31.6	34.7	0	34.3	32.1	32.7	0	34.8
16	30.3	37.6	0	33.0	31	35.9	0	33.7	31.4	34	0	34.0
18	29.6	38.9	0	32.2	30.3	37.3	0	32.9	30.7	35.4	0	33.3
20	29	40.2	0	31.5	29.7	38.8	0	32.3	30.1	36.5	0	32.6

實驗四：開窗、開啟一個風扇正轉與溫度、溼度、風速間的關係

1.做法：做法如前(一)相同，不同的是在等模型屋內溫度穩定升高後，關掉燈泡電源，打開窗戶，開啟一個風扇正轉。測量室內溫溼度變化。

2.過程記錄：

模型屋外 溫溼度	48.2% , 22.7°C			44.1% , 23.4 °C			41.2% , 23.8 °C		
實驗次數	第一次			第二次			第三次		
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)
0	48.8	23	0	42.5	24.2	0	40.9	24.2	0
0.5	47.3	23.8	0	41.1	25.1	0	40.1	24.8	0
1	45.4	24.5	0	39.6	25.9	0	39.2	25.5	0
1.5	43.7	25.2	0	38	26.7	0	37.8	26.2	0
2	42.3	25.7	0	36.5	27.3	0	36.5	26.8	0
2.5	41	26.3	0	35.2	28	0	35.2	27.4	0
3	40	26.8	0	34	28.6	0	34.3	27.9	0
3.5	39	27.4	0	33	29.2	0	33.4	28.4	0
4	37.9	27.9	0	32.1	29.7	0	32.6	28.9	0
4.5	37.2	28.4	0	31.1	30.3	0	31.9	29.4	0
5	36.2	28.8	0	30.2	30.8	0	31.2	29.9	0

5.5	35.4	29.3	0	29.5	31.3	0	30.4	30.4	0
6	34.7	29.7	0	28.7	31.8	0	29.6	30.9	0
6.5	33.9	30.2	0	27.9	32.3	0	28.9	31.3	0
7	33.2	30.6	0	27.2	32.8	0	28.3	31.8	0
7.5	32.5	31	0	26.6	33.3	0	27.6	32.3	0
8	31.9	31.3	0	25.9	33.7	0	27	32.7	0
8.5	31.2	31.8	0	25.3	34.1	0	26.4	33.1	0
9	30.5	32.3	0	24.8	34.5	0	25.8	33.6	0
9.5	29.7	32.7	0	24.3	34.9	0	25.4	33.9	0
10	28.2	32.6	0	23.8	35.2	0	25	34.1	0
10.5	28	31.2		23	34.6		25.2	33.6	
11	32.3	29.1		23.4	33.1		24.2	32.9	
11.5	32.2	29.1		24.5	32.1		24.8	32.2	
12	32.6	28.8	1.8	25.2	31.3	1.3	26	31.4	1.7
12.5	32.6	28.5		26	30.7		26.1	30.9	
13	33.6	28.2		26.6	30.2		26.4	30.5	
13.5	33.9	27.9		27.4	29.8		27	30.2	
14	34.4	27.6	1.7	27.8	29.4	1.7	27.3	29.8	1.8
14.5	35	27.3		28.4	29.1		28	29.5	
15	35.5	27.1		29	28.7		28.4	29.2	
15.5	35.8	26.8		29.8	28.4		28.9	28.9	
16	36.6	26.6	1.8	30.1	28.1	1.7	29.4	28.6	1.8
16.5	36.9	26.4		30.5	27.9		29.6	28.3	
17	37.2	26.2		31.1	27.6		30.3	28.1	
17.5	37.4	26		31.5	27.4		30.3	27.9	
18	37.9	25.8	1.8	31.8	27.2	1.9	30.7	27.8	1.9
18.5	38.2	25.7		32.1	27		31.2	27.5	
19	38.6	25.5		32.5	26.8		31.7	27.4	
19.5	38.7	25.3		32.5	26.6		31.8	27.2	
20	38.6	25.2	1.7	32.8	26.4	1.9	31.9	27	1.7

3.開窗、開一個風扇正轉的溫溼度變化量比較

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	溼度	溫度	溼度	溫度	溼度
0(開始)	23	48.8	24.2	42.5	24.2	40.9
10 (關掉燈泡)	32.6	28.2	35.2	23.8	34.1	25
20	25.2	38.6	26.4	32.8	27	31.9
0-10變化量	+9.6	-20.6	+11	-18.7	+9.9	-15.9

10-20變化量	-7.4	+18	-8.8	+9	-7.1	+6.9
----------	------	-----	------	----	------	------

4.結果:

(1) 開窗開一個風扇平均下降了7.76°C。

(2) 相對溼度在燈泡加熱時明顯下降較多，平均18.4%。不加熱時平均增加了11.3%。

5.開窗、一個風扇正轉正轉10分鐘內體感溫度變化

實驗次數	第一次				第二次				第三次			
	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度
10	32.6	28.2	0	34.9	35.2	23.8	0	37.7	34.1	25	0	36.5
12	28.8	32.6	1.8	29.5	31.3	25.2	1.3	32.2	31.4	26	1.7	32.2
14	27.6	34.4	1.7	28.3	29.4	27.8	1.7	29.9	29.8	27.3	1.8	30.3
16	26.6	36.6	1.8	27.1	28.1	30.1	1.7	28.5	28.6	29.4	1.8	29.0
18	25.8	37.9	1.8	26.2	27.2	31.8	1.9	27.5	27.8	30.7	1.9	28.1
20	25.2	38.6	1.7	25.6	26.4	32.8	1.9	26.6	27	31.9	1.7	27.4

實驗五: 開窗、開啟二個風扇正轉與溫、溼度、風速間的關係

1.做法: 做法如前(一)相同, 不同的是在等模型屋內溫度穩定升高後, 關掉燈泡電源, 打開窗戶, 開啟二個風扇正轉。測量室內溫溼度變化。

2.過程記錄:

模型屋外 溫溼度	53.2% ,23.9 °C			54.4% ,23.9°C			53.9% ,24.5°C		
實驗次數	第一次			第二次			第三次		
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)
0	54.6	23.9	0	54.4	24.7	0	53.9	24.8	0
0.5	53.1	24.7	0	53.2	25.3	0	54.1	25.3	0
1	51	25.4	0	51.6	25.8	0	52.4	25.9	0
1.5	49.2	26.1	0	50.1	26.4	0	51	26.4	0
2	47.7	26.7	0	48.8	26.9	0	49.8	26.7	0
2.5	46.3	27.3	0	47.6	27.4	0	48.8	27.2	0
3	45	27.8	0	46.4	27.9	0	47.7	27.6	0
3.5	43.7	28.4	0	45.2	28.4	0	46.7	28	0
4	42.5	28.9	0	44.1	28.9	0	45.8	28.4	0
4.5	41.4	29.5	0	42.9	29.4	0	44.9	28.8	0
5	40.2	30	0	41.8	29.9	0	44	29.2	0
5.5	39.2	30.6	0	40.7	30.5	0	43.1	29.6	0
6	38.1	31.1	0	39.6	31	0	42.2	29.9	0
6.5	37.1	31.7	0	38.6	31.5	0	41.4	30.4	0
7	36	32.2	0	37.4	32.1	0	40.6	30.8	0
7.5	35	32.7	0	36.5	32.6	0	39.7	31.2	0

8	34	33.3	0	35.5	33.1	0	38.9	31.6	0
8.5	33.1	33.8	0	34.5	33.6	0	38.1	32	0
9	32.1	34.3	0	33.6	34.1	0	37.4	32.4	0
9.5	31.2	34.8	0	32.7	34.6	0	36.6	32.7	0
10	30.9	34.8	0	32.1	34.8	0	36.1	32.9	0
10.5	30.1	34.5		31.8	34.6		34	32.8	
11	36.4	29.8		36.3	30		38.5	29.7	
11.5	40.3	28.1		40.3	28.4		41.4	28.5	
12	42.4	27.3	1.9	42.3	27.7	1.7	42.8	27.9	1.6
12.5	43.7	26.7		43.6	27.2		43.9	27.4	
13	44.6	26.4		44.6	26.8		44.8	27.1	
13.5	45.4	26		45.4	26.5		45.6	26.8	
14	46.2	25.8	1.9	46.2	26.2	1.9	46.4	26.6	1.6
14.5	46.9	25.6		46.9	26.1		46.9	26.4	
15	47.4	25.3		47.3	25.9		47.4	26.2	
15.5	48.2	25.1		47.9	25.7		47.9	26.1	
16	48.7	25	2.1	48.4	25.6	1.6	48.3	25.9	1.9
16.5	49.2	24.8		48.8	25.4		48.6	25.8	
17	49.5	24.7		49.1	25.3		49.1	25.7	
17.5	50.1	24.7		49.6	25.2		49.4	25.6	
18	50.1	24.6	1.9	49.9	25.1	1.6	49.7	25.5	1.5
18.5	50.9	24.6		50.1	25		49.9	25.4	
19	51.2	24.5		50.5	24.9		50.2	25.4	
19.5	51.2	24.5		50.8	24.8		50.3	25.3	
20	51.1	24.4	1.9	51	24.7	1.8	50.5	25.3	1.6

3.開窗、開啟二個風扇正轉溫、溼度變化量比較

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	溼度	溫度	溼度	溫度	溼度
0(開始)	23.9	54.6	24.7	54.4	24.8	53.9
10 (關掉燈泡)	34.8	30.9	34.8	32.1	32.9	36.1
20	24.4	51.1	24.7	51	25.3	50.5
0-10變化量	+10.9	-23.7	+10.1	-22.3	8.1	-17.8
10-20變化量	-10.4	+20.2	-10.1	+18.9	-7.6	+14.4

4.結果：開窗、二個風扇正轉溫度平均下降了9.4度。溫度增加，溼度下降，停止加熱後，平均增加17.8%

5.開窗、開啟二個風扇正轉10分鐘內體感溫度變化

實驗次數	第一次				第二次				第三次			
	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度
10	34.8	30.9	0	38.0	34.8	32.1	0	38.1	32.9	36.1	0	36.1
12	27.3	42.4	1.9	28.3	27.7	42.3	1.7	29.0	27.9	42.8	1.6	29.3
14	25.8	46.2	1.9	26.7	26.2	46.2	1.9	27.2	26.6	46.4	1.6	27.9
16	25	48.7	2.1	25.8	25.6	48.4	1.6	26.8	25.9	48.3	1.9	27.0
18	24.6	50.9	1.9	25.5	25.1	49.9	1.6	26.3	25.5	49.7	1.5	26.8
20	24.4	51.1	1.9	25.3	24.7	51	1.8	25.7	25.3	50.5	1.6	26.6

實驗六：不開窗、開啟一個風扇反轉與溫度、溼度間的關係

1.做法：如前(一)相同，惟等模型屋內溫度穩定升高後，關掉燈泡電源，不開窗戶，開啟一個風扇反轉。測量室內溫度變化。

2.過程記錄

模型屋外溫溼度	50.8% ,23.3 °C		51.9% ,24°C		51% ,24.5°C	
實驗次數	第一次		第二次		第三次	
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)
0	51.6	24	54.6	24.8	48.7	25.5
0.5	50.6	24.5	53.5	25.6	47.6	26.2
1	49.2	25.1	50.7	26.2	46.1	26.8
1.5	48	25.7	48.7	26.9	44.9	27.3
2	46.9	26.2	47	27.4	43.8	27.8
2.5	45.9	26.7	45.6	28	42.8	28.3
3	45.1	27.1	44.2	28.4	41.9	28.8
3.5	44.2	27.5	43	29	41	29.2
4	43.4	27.9	41.9	29.4	40.2	29.7
4.5	42.6	28.3	40.8	29.9	39.4	30.1
5	41.8	28.7	39.8	30.4	38.7	30.6
5.5	41	29.2	38.8	30.9	37.8	31
6	40.2	29.6	37.8	31.4	37.1	31.4
6.5	39.4	29.9	36.8	31.8	36.4	31.9
7	38.8	30.3	35.9	32.3	35.6	32.2
7.5	38.1	30.7	35.1	32.8	34.9	32.7
8	37.3	31	34.2	33.3	34.2	33.1
8.5	36.5	31.4	33.3	33.8	33.5	33.5
9	35.9	31.8	32.5	34.3	32.8	33.9
9.5	35.2	32.2	31.7	34.7	32.4	34.2
10	34.7	32.3	30.9	35	32.4	33.9

10.5	34.8	32.1	30.9	34.6	32.4	33.7
11	34.8	31.8	31.7	34.1	32.7	33.4
11.5	35	31.6	32	33.8	33.1	33.1
12	35.2	31.4	32.5	33.4	33.4	32.8
12.5	35.4	31.2	32.6	33.2	33.8	32.5
13	35.5	31	32.8	32.9	33.9	32.3
13.5	35.6	30.9	33.1	32.7	34.2	32.1
14	35.8	30.7	33.4	32.4	34.4	31.9
14.5	35.9	30.5	33.6	32.2	34.5	31.7
15	36	30.3	33.9	31.9	34.9	31.4
15.5	36.3	30.2	34.2	31.7	35.2	31.3
16	36.5	30	34.5	31.5	35.5	31.1
16.5	36.7	29.8	34.9	31.2	35.7	30.9
17	37.1	29.6	35.2	31	36	30.7
17.5	37.3	29.4	35.4	30.8	36.3	30.5
18	37.5	29.3	35.7	30.6	36.5	30.3
18.5	37.6	29.1	36.1	30.4	36.8	30.2
19	37.8	28.9	36.4	30.2	37.1	30
19.5	38.1	28.8	36.7	30	37.3	29.9
20	38.4	28.6	36.9	29.9	37.6	29.8

3.不開窗、開啟一個風扇反轉變化量比較

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度
0(開始)	24	51.6	24.8	54.6	25.5	48.7
10 (關掉燈泡)	32.3	34.7	35	30.9	33.9	32.4
20	28.6	38.4	29.9	36.9	29.8	37.6
0-10變化量	+8.3	-16.9	+10.2	-23.7	+8.4	-16.3
10-20變化量	-3.7	+3.7	-5.1	+6	-4.1	+5.2

4.結果：不開窗、開啟單一風扇反轉後，溫度平均下降了4.3度，停止加熱後溼度平均上升4.9%。

實驗七：不開窗、開啟二個風扇反轉與溫度、溼度間的關係

1.做法：做法如前(一)相同，等模型屋內溫度穩定升高後，關掉燈泡電源，不開窗戶，開啟二個風扇反轉。測量室內溫度變化。

2.過程記錄：

模型屋外溫溼度	52.3% ,23.8°C	53.9% ,24.5°C	51.8% ,25.2°C
實驗次數	第一次	第二次	第三次

時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)
0	58.2	24.1	53.5	25.1	54.4	26.7
0.5	56.9	24.6	52.1	25.8	52.6	27.5
1	54.6	25	50.2	26.4	50.1	28.2
1.5	53.1	25.4	48.6	27	48	28.9
2	51.9	25.8	47.3	27.5	46.4	29.4
2.5	50.9	26.2	46.3	28	44.9	30
3	49.9	26.6	45.3	28.4	43.7	30.5
3.5	51.2	27.1	44.4	28.9	42.5	31.1
4	49.1	27.7	43.5	29.3	41.4	31.6
4.5	47.3	28.2	42.7	29.7	40.2	32.1
5	46	28.6	41.8	30.2	39.1	32.6
5.5	44.9	29	41	30.6	38	33.2
6	44.2	29.8	40.1	31.1	37	33.7
6.5	42.2	30.5	39.3	31.5	36	34.2
7	40.5	31.1	38.4	32	35	34.7
7.5	38.9	31.7	37.6	32.4	34.1	35.2
8	37.6	32.3	36.8	32.8	33.1	35.7
8.5	36.3	32.9	36.1	33.2	32.3	36.2
9	35.1	33.5	35.3	33.7	31.5	36.6
9.5	33.9	34	34.6	34.1	30.8	37.1
10	33.3	34.1	33.9	34.4	30.2	37.3
10.5	33.6	33.5	33.7	33.9	30.2	37.1
11	34.4	32.8	34.5	33.3	30.5	36.6
11.5	35.1	32.3	35.1	33	30.9	36.2
12	35.4	31.9	35.7	32.7	31.3	35.9
12.5	35.7	31.6	36	32.4	31.6	35.6
13	36	31.3	36.3	32.1	32	35.3
13.5	36.3	31	36.5	31.9	32.3	34.9
14	36.5	30.8	36.8	31.6	32.6	34.7
14.5	36.7	30.5	37.3	31.4	33.1	34.4
15	37	30.3	37.4	31.3	33.5	34.1
15.5	37.2	30.1	37.8	31	33.9	33.8
16	37.5	29.9	38.1	30.8	34.3	33.6
16.5	37.8	29.7	38.3	30.6	34.8	33.3
17	38.2	29.4	38.6	30.4	35.2	33.1
17.5	38.5	29.3	39	30.3	35.6	32.8
18	38.8	29.1	39.3	30.1	36.1	32.5
18.5	39	28.9	39.6	29.9	36.5	32.3

19	39.3	28.8	39.9	29.7	36.9	32.1
19.5	39.5	28.6	40.3	29.5	37.3	31.8
20	39.9	28.5	40.5	29.4	37.7	31.6

3. 不開窗、二個風扇反轉的溫度、溼度變化量比較

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度
0(開始)	24.1	58.2	25.1	53.5	26.7	54.4
10 (關掉燈泡)	34.1	33.3	34.4	33.9	37.3	30.2
20	28.5	39.9	29.4	40.5	31.6	37.7
0-10變化量	+10	-24.9	+9.3	-19.6	+10.6	-24.2
10-20變化量	-5.6	+6.6	-5	+6.6	-5.7	+7.5

4. 結果：在不開窗、2個風扇反轉的溫度平均下降了5.4度，停止加熱後，相對溼度平均上升6.9%。

實驗八：開窗、開啟一個風扇反轉與溫度、溼度間的關係。

1. 做法：做法如前(一)相同，不同的是等模型屋內溫度穩定升高後，關掉燈泡電源，開窗戶，開啟一個風扇反轉。測量室內溫度變化。

2. 過程記錄

模型屋外溫溼度	57.8% ,24.4 °C		56.6% ,25.1°C		55.3% ,25.3°C	
實驗次數	第一次		第二次		第三次	
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)
0	58.1	25.4	55.6	26.4	54.9	26.3
0.5	56.6	26.1	53.3	27.3	53.1	27
1	54.5	26.9	51	28.1	51.2	27.7
1.5	52.7	27.6	49.1	28.9	49.6	28.3
2	51.1	28.3	47.4	29.6	48.3	28.9
2.5	49.7	28.9	46	30.3	47	29.4
3	48.5	29.4	44.7	30.8	46	30
3.5	47.3	30	43.5	31.5	45	30.5
4	46.1	30.6	42.3	32	43.9	31
4.5	45.1	31	41.1	32.6	42.8	31.6
5	44	31.6	40	33.1	41.8	32.1
5.5	43.1	32.1	39	33.7	40.9	32.5
6	42.1	32.6	38	34.3	40	33
6.5	41.2	33.1	37	34.8	39.2	33.6
7	40.2	33.6	36.1	35.3	38.3	34

7.5	39.4	34.1	35.3	35.8	37.4	34.5
8	38.5	34.6	34.4	36.4	36.7	35
8.5	37.6	35.1	33.6	36.8	35.8	35.5
9	36.7	35.6	32.9	37.4	34.9	35.9
9.5	35.9	36	32.1	37.9	34.2	36.4
10	35.3	36	31.7	38	33.9	36.5
10.5	35.7	35.5	31.8	37.5	34.7	36.1
11	36.7	34.6	32.8	36.4	35.1	35.5
11.5	38.3	34	34.5	35.4	35.3	34.9
12	38.9	33.4	35.6	34.6	34.7	34.4
12.5	39.9	33	36.5	34	35.9	34.1
13	40.4	32.5	37.3	33.5	36.1	33.8
13.5	40.9	32.1	38.1	33.2	36.8	33.4
14	41	31.7	38.6	32.8	37.3	33
14.5	42	31.4	38.8	32.5	37.9	32.7
15	42.3	31.1	39.3	32.1	38.4	32.4
15.5	42.8	30.8	40	31.8	38.9	32.1
16	43.1	30.5	40.5	31.6	39.2	31.9
16.5	43.8	30.3	40.6	31.3	39.6	31.6
17	44.1	30.1	41.4	31.1	40	31.4
17.5	44.5	29.9	41.8	30.9	40.5	31.2
18	44.9	29.7	42.1	30.6	40.8	31
18.5	45.3	29.5	42.8	30.4	41.1	30.8
19	46.1	29.3	43	30.2	41.4	30.6
19.5	46.5	29.1	43.6	30	42.4	30.4
20	46.1	28.9	44	29.8	42.6	30.3

3.開窗、一個風扇反轉溫、溼度變化量

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度	溫度	相對溼度
0(開始)	25.4	58.1	26.4	55.6	26.3	54.9
10 (關掉燈泡)	36	35.3	38	31.7	36.5	33.9
20	28.9	46.1	29.8	44	30.3	42.6
0-10變化量	+10.6	-22.8	+11.6	-23.9	+10.2	-21
10-20變化量	-7.1	+10.8	-8.2	+12.3	-6.2	+8.7

4.結果：加熱10分鐘後，溫度平均上升10.8度，開窗單一風扇反轉後下降7.2度，相對濕度上升10.6%。

實驗九：開窗、開啟二個風扇反轉與溫度、溼度間的關係。

1.做法：做法如前(一)相同，不同的是等模型屋內溫度穩定升高後，關掉燈泡電源，開窗戶，開啟二個風扇反轉。測量室內溫度變化。

2.過程記錄

模型屋外溫溼度	48.3% ,23.2 °C		47.2% ,24.1°C		46.3% ,24.3°C	
實驗次數	第一次		第二次		第三次	
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)
0	50.4	23.7	50.6	24.8	47.3	24.4
0.5	48.7	24.5	49.1	25.4	46.2	25.1
1	46.7	25.3	47.2	25.9	45	25.9
1.5	45	26	45.7	26.4	42.6	26.5
2	43.5	26.6	44.4	26.9	41.4	27.1
2.5	42.2	27.2	43.3	27.3	40.2	27.6
3	41.1	27.8	42.3	27.8	38.9	28.1
3.5	40	28.4	41.4	28.3	38	28.5
4	38.9	28.9	40.5	28.7	37.3	29
4.5	37.9	29.5	39.6	29.1	36.4	29.4
5	37	30	38.8	29.6	35.6	29.9
5.5	36.2	30.5	38.1	30.1	34.9	30.3
6	35.3	31.1	37.2	30.5	34	30.8
6.5	34.5	31.6	36.5	30.9	33.4	31.2
7	33.8	32.1	36	31.7	32.7	31.6
7.5	33.1	32.5	34.6	32.4	32.1	32
8	32.4	33	33.6	33	31.2	32.4
8.5	31.7	33.5	32.4	33.5	30.9	32.8
9	31	34	31.5	34.1	30.3	33.1
9.5	30.3	34.4	30.6	34.6	29.8	33.5
10	31.3	34.5	30.5	34.8	29.3	33.9
10.5	31.4	33.8	30.4	34.2	28.8	33.8
11	32	33.2	30.4	33.7	31.1	33.3
11.5	32.5	32.7	30.2	33.2	31.8	32.8
12	32.8	32.2	31.9	32.9	32.4	32.5
12.5	32.5	31.9	32.4	32.4	32.3	32.2
13	33.5	31.5	33	32	32.7	31.9
13.5	33.2	31.2	32.8	31.7	32.9	31.6
14	34.1	30.9	33.2	31.4	33.1	31.4
14.5	33.4	30.6	33.3	31.1	33.6	31.1
15	34.7	30.3	33.5	30.9	33.8	30.9
15.5	34.7	30	33.6	30.6	34.3	30.6

16	35.2	29.8	34	30.4	34.2	30.4
16.5	34.4	29.5	34.7	30.1	34.3	30.2
17	35.5	29.3	34.8	29.9	34.6	30
17.5	36.2	29.1	35.1	29.6	35.1	29.8
18	36.9	28.8	35.9	29.4	35.3	29.6
18.5	37.4	28.6	35.9	29.2	35.8	29.4
19	37.6	28.3	36.2	29	36	29.1
19.5	38.1	28.1	36.3	28.8	36.5	29
20	38.4	27.9	37	28.6	37	28.8

3.開窗、二個風扇反轉溫、溼度變化量

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	溼度	溫度	溼度	溫度	溼度
經過時間(分)						
0(開始)	23.7	50.4	24.8	50.6	24.4	47.3
10 (關掉燈泡)	34.5	31.3	34.8	30.5	33.9	29.3
20	27.9	38.4	28.6	37	28.8	37
0-10變化量	+10.8	-19.1	+10	-19.9	+9.5	-18
10-20變化量	-6.6	+7.1	-6.2	+6.5	-5.1	+7.7

4.結果：加熱後，溫度平均上升10.6度，開窗2個風扇反轉溫度平均下降6.0度。相對溼度加熱後平均下降19%，降溫後平均上升7.1%。

實驗十：不開窗、不開扇與溫度、溼度間的關係

1.做法：做法如前(一)相同，不同的是等模型屋內溫度穩定升高後，關掉燈泡電源，不開窗戶，也不開啟風扇。測量室內溫溼度的變化。

2.過程記錄：

模型屋外溫溼度	51.6% , 27.2°C		52.6% , 26.9°C		54.8% , 26.8°C	
實驗次數	第一次		第二次		第三次	
時間(分)	相對溼度(%RH)	溫度(°C)	相對溼度(%RH)	溫度(°C)	相對溼度(%RH)	溫度(°C)
0	53.4	26.5	52.7	26.9	54.9	26.9
0.5	52.7	27.3	52.4	27.7	54.7	27.5
1	51	28.1	50.6	28.4	52.7	28.3
1.5	48.9	28.9	48.9	29.1	50.8	29
2	47.3	29.6	47.3	29.7	49.1	29.6
2.5	45.8	30.2	45.9	30.3	47.7	30.2
3	44.5	30.8	44.7	30.8	46.5	30.7
3.5	43.4	31.4	43.7	31.3	45.4	31.2
4	42.4	32	42.7	31.9	44.3	31.7
4.5	41.3	32.6	41.7	32.4	43.4	32.2

5	40.4	33.1	40.8	32.9	42.4	32.7
5.5	39.4	33.6	39.9	33.4	41.5	33.2
6	38.4	34.2	39	33.9	40.6	33.7
6.5	37.5	34.7	38.1	34.4	39.7	34.2
7	36.7	35.2	37.3	34.9	38.8	34.7
7.5	35.9	35.7	36.5	35.3	38	35.2
8	35	36.2	35.8	35.8	37.2	35.6
8.5	34.3	36.7	34.9	36.3	36.5	36.1
9	33.6	37.1	34.2	36.8	35.7	36.5
9.5	32.8	37.6	33.5	37.3	34.9	36.9
10	32.1	38.1	32.8	37.7	34.3	37.4
10.5	32.3	37.9	33	37.5	34.1	37.4
11	32.7	37.6	33.5	37.2	34.5	37.1
11.5	33.1	37.3	33.9	36.9	34.9	36.9
12	33.4	37.1	34	36.7	35	36.7
12.5	33.5	36.9	34.1	36.6	35.1	36.5
13	33.6	36.7	34.3	36.4	35.2	36.3
13.5	33.8	36.6	34.3	36.3	35.3	36.2
14	33.9	36.4	34.5	36.1	35.4	36.1
14.5	34.1	36.2	34.6	36	35.5	35.9
15	34.3	36	34.8	35.8	35.6	35.8
15.5	34.5	35.8	34.9	35.6	35.7	35.6
16	34.7	35.6	35.1	35.4	35.9	35.5
16.5	34.9	35.4	35.3	35.2	36.1	35.3
17	35.2	35.3	35.5	35	36.3	35.1
17.5	35.4	35.1	35.8	34.9	36.5	35
18	35.6	34.9	35.9	34.7	36.7	34.8
18.5	35.8	34.7	36.2	34.5	36.9	34.6
19	36.1	34.5	36.4	34.3	37.2	34.5
19.5	36.4	34.3	36.7	34.1	37.4	34.3
20	36.7	34.1	36.9	33.9	37.7	34.1

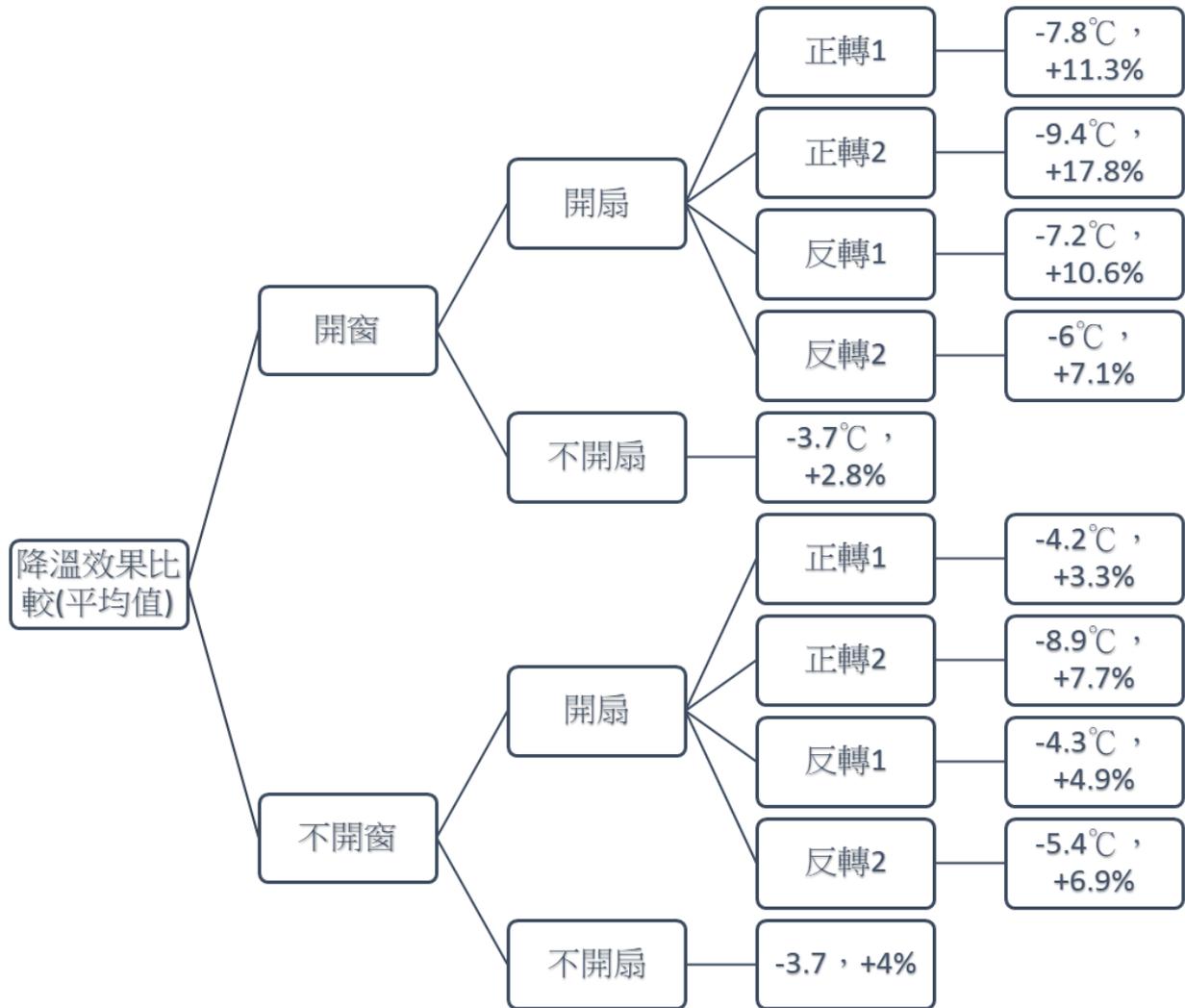
3.不開窗、不開扇溫、溼度變化量

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	溼度	溫度	溼度	溫度	溼度
0(開始)	26.5	53.4	26.9	52.7	26.9	54.9
10 (關掉燈泡)	38.1	32.1	37.7	32.8	37.4	34.3
20	34.1	36.7	33.9	36.9	34.1	37.7
0-10變化量	+11.6	-21.3	+10.8	-19.9	+10.5	-20.6
10-20變化量	-4	+4.6	-3.8	+4.1	-3.3	+3.4

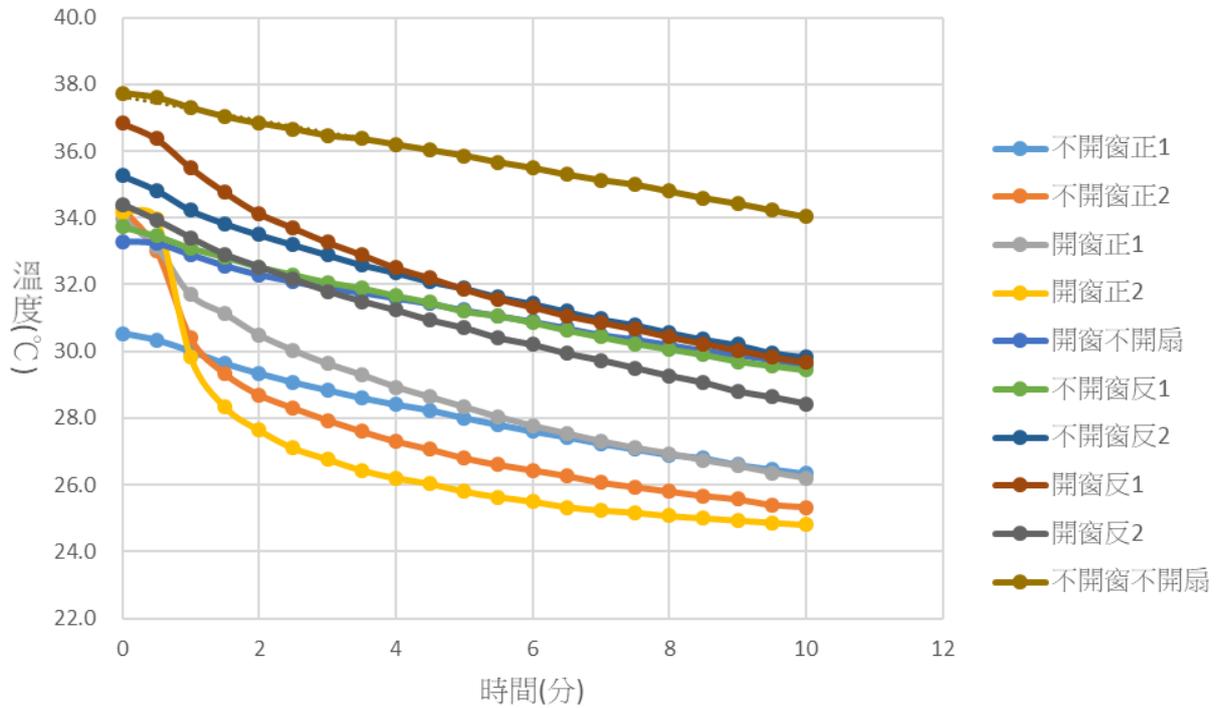
4.結果：不開窗、不開扇10分鐘內溫度平均下降3.7度。溼度平均增加4%。

三、實驗(一)~(十)之綜合比較

(一)實驗一至實驗十之降溫效果綜合比較



實驗(一)~(十)十分鐘內降溫比較

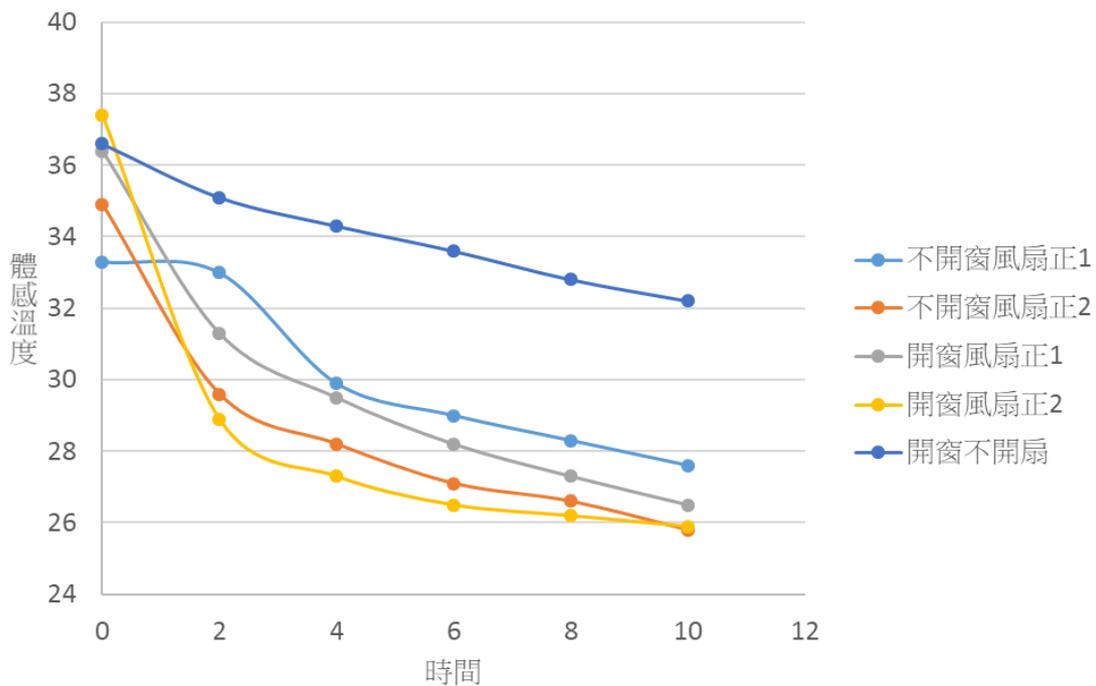


1. 開窗且開扇的條件下，以2個風扇正轉(-9.4度)的降溫效果最好，單1風扇正轉或反轉降溫效果接近(-7.8度, -7.2度)。2個風扇反轉的降溫效果最差(-6度)。
2. 在不開窗但開扇的條件下，以2個風扇正轉(-8.9度)的降溫效果最好，單1風扇正轉或反轉降溫效果接近(-4.2, -4.3)。2個風扇反轉的降溫效果最差(-5.4度)。
3. 開窗且開扇的條件下，2個風扇正轉減少的溫度最多。因為熱空氣往上升，正轉的風扇將熱空氣往下吹，往窗戶外流動，所以降溫效果明顯。
4. 不論開窗或不開窗，反轉減少的溫度最少，散熱效果差。因為風扇反轉沒有風，且熱空氣被反轉的風扇吸上去，停留在模型屋的上方，沒有產生流動，所以散熱效果最差。
5. 在都有開扇的條件下，不論正轉或反轉，有開窗比不開窗下降溫度來得多。
6. 同樣都是不開扇的無風狀態下，開窗與不開窗都下降了3.7度，不開窗相對溼度增加4%較多。因為當時實驗環境都保持在無風的狀態下；沒有風扇的風，無法將熱空氣送出模型屋外，使得散熱效果相同。
7. 加熱時，溫度升高，相對溼度下降；停止加熱後，溫度下降，溼度開始增加。空氣之濕度愈高，其內含之水蒸氣量也愈多，濕度比為空氣中之水蒸氣含量，間接加熱之後，空氣之濕度比不變，但由於較熱的空氣中，能存放較多水蒸氣，所以在間接加熱之後，相對濕度值下降(方焯，溫濕度控制之理論基礎)。實驗中停止加熱後有開窗，內外氣流、冷熱溫度交換，溫度下降，空氣中容納的水氣變少，相對溼度增加較多。
8. 開窗正轉2在2分內溫度下降的幅度最大，不開窗正轉2下降幅度與開窗接近。不開窗不開扇1分內下降的幅度最小。
9. 在密閉空間無法產生熱對流，所以熱無法明顯散出，相對來說，開窗散熱效果較佳。

(二) 比較開扇與不開扇與體感溫度的關係

1. 10分內開扇與不開扇體感溫度的變化(平均值)

時間	條件				
	不開窗 風扇正轉1	不開窗 風扇正轉2	開窗 風扇正轉1	開窗 風扇正轉2	開窗 不開扇
0	33.3	34.9	36.4	37.4	36.6
2	33.0	29.6	31.3	28.9	35.1
4	29.9	28.2	29.5	27.3	34.3
6	29.0	27.1	28.2	26.5	33.6
8	28.3	26.6	27.3	26.2	32.8
10	27.6	25.8	26.5	25.9	32.2
平均 下降	5.7	9.1	9.9	11.5	4.4



2. 結果與討論：

有開扇比不開扇的體感溫度下降較多。風扇數2比風扇數1體感溫度低。2個風扇有較大的風量，在短時間內可以帶走的熱較多，體感溫度也減少較多。

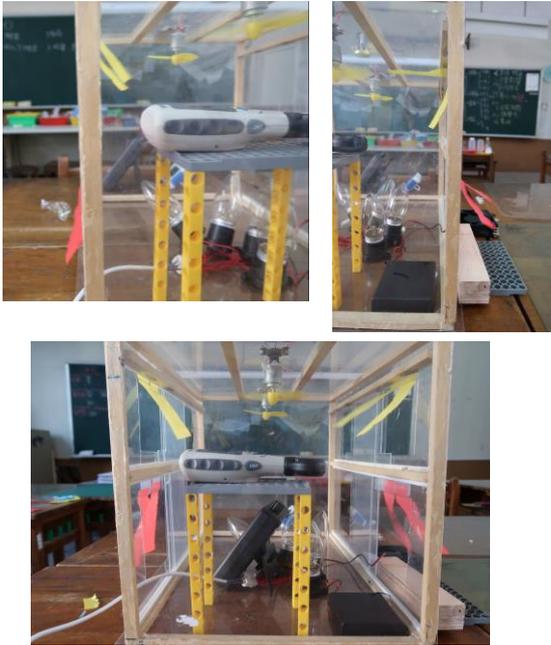
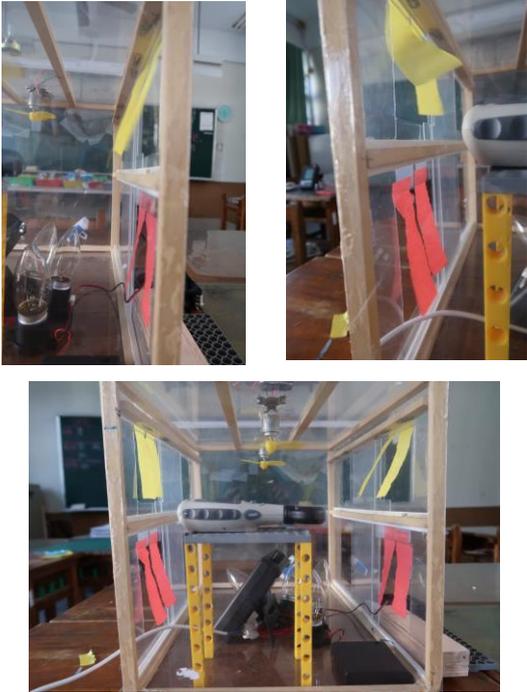
四、探討風扇正反轉，氣流在模型屋開窗的流動方向

從實驗(一)~(十)發現開窗、風扇的正反轉能明顯地降溫。在教室可以開窗、開扇的條件下，室內外氣流的流動的情形會是如何呢？以下使用皺紋紙條測試模型屋在開窗、正反轉的條件下，室內外氣流流動的情形。

實驗十一：風扇正反轉在模型屋開窗的流動方向

做法：將2條皺紋紙貼在模型屋窗戶上方，開啟風扇正轉與反轉，觀察其紙條飄動的方向。

2.過程記錄：

風扇轉向		正轉	反轉
			
紙條吹動方向	上窗	由外往內	由外往內
	下窗	由內往外	由外往內

3.結果與討論：由紙條飄動的方向可知

- (1)正轉時，上層窗戶氣流由外進入模型屋內，下層窗戶氣流是由模型屋內向外流動。
- (2)反轉時，上層窗與下層窗的氣流都是由模型屋外往內流動。

一般的教室內外是可以開窗達到自然通風的狀態。模型屋中風扇正、反轉時，氣流有其特定的流動方向。因此，接下來的實驗，將使用具有吸進與排出氣流功能的排扇，加強模型屋內外的通風流動，探討是否能更有效達到降溫的效果。

五、探討窗口排扇的吸進、排出與溫度、溼度、風速的關係

實驗十二：風扇正轉，上窗口排扇吸進風、下窗口排扇排出風與溫度、溼度、風速間的關係

1.做法：將風扇正轉，上窗口放置排扇將風吸進，下窗口放置排扇將風排出



2.過程記錄:

模型屋外 溫溼度	61.8% , 26.5°C			58.9% , 26.9°C			56.7% , 27.6°C		
實驗次數	第一次			第二次			第三次		
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度(°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)
0	62	27.6	0	58.2	27.5	0	58.2	28.5	0
0.5	61	28.2	0	57.9	28.2	0	56.1	29.1	0
1	58.9	28.8	0	56.6	28.9	0	54.3	29.8	0
1.5	56.8	29.5	0	55.1	29.5	0	52.5	30.3	0
2	55.2	30.1	0	53.5	30.1	0	51.1	30.8	0
2.5	53.7	30.6	0	52.2	30.6	0	50.1	31.2	0
3	52.3	31.1	0	50.9	31.1	0	49.2	31.7	0
3.5	51.1	31.7	0	49.8	31.6	0	48.2	32.2	0
4	49.8	32.2	0	48.6	32.1	0	47.1	32.6	0
4.5	48.6	32.8	0	47.6	32.6	0	46.1	33.1	0
5	47.5	33.3	0	46.6	33.1	0	45.3	33.6	0
5.5	46.1	33.9	0	45.6	33.6	0	44.3	34	0
6	45.2	34.4	0	44.6	34.1	0	43.4	34.5	0
6.5	44.1	34.9	0	43.6	34.6	0	42.5	34.9	0
7	43	35.5	0	42.5	35.2	0	41.7	35.3	0
7.5	42.1	36	0	41.6	35.7	0	40.9	35.8	0
8	41.2	36.5	0	40.7	36.2	0	40	36.3	0
8.5	40.2	37	0	39.8	36.6	0	39.3	36.7	0
9	39.3	37.5	0	38.9	37.1	0	38.5	37.1	0
9.5	38.4	38	0	38.2	37.6	0	37.8	37.5	0
10	37.9	38.3	0	37.3	38.1	0	37.1	37.8	0
10.5	37.2	35.6		35.6	36.7		35.9	36.3	
11	41.1	33.5	1.9	38.7	34.3	1.2	38.3	34.3	1
11.5	44.4	32.1		42.5	32.6		41.3	32.8	
12	47.2	30.9	1.4	45.7	31.6	0.8	43.2	31.9	1
12.5	49.8	30.1		46.7	31.1		45.2	31.3	
13	51.5	29.5	1.1	48.4	30.6	1.1	46	30.9	1
13.5	52.7	29.1		49.2	30.1		46.8	30.6	
14	54.1	28.7	1.1	50.1	29.8	1.2	47.4	30.3	0.8
14.5	54.6	28.4		50.8	29.6		47.9	30	
15	55.6	28.3	1.3	51.4	29.4	1	48.3	29.8	0.6
15.5	56	28.1		51.9	29.2		49	29.6	
16	56.6	28	1.1	52.8	28.9	0.8	49.4	29.4	0.8
16.5	57.1	27.8		52.9	28.9		50.2	29.3	

17	57.2	27.7	1.1	53.4	28.9	1	50.2	29.2	0.9
17.5	57.8	27.6		53.5	28.7		50.6	29.1	
18	57.9	27.5	1.2	54.2	28.6	0.9	51	29	0.9
18.5	58.4	27.4		54.1	28.5		51.4	28.9	
19	59	27.4	1	54.3	28.5	1.2	51.8	28.8	0.5
19.5	58.9	27.3		54.5	28.4		51.5	28.7	
20	58.7	27.3	0.6	54.9	28.3	0.9	51.8	28.6	0.4

3.加熱、降溫後溫度、相對溼度變化

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	溼度	溫度	溼度	溫度	溼度
經過時間(分)						
0(開始)	27.6	62	27.5	58.2	28.5	58.2
10 (關掉燈泡)	38.3	37.9	38.1	37.3	37.8	37.1
20	27.3	58.7	28.3	54.9	28.6	51.8
0-10變化量	+10.7	-24.1	+10.6	-20.9	+9.3	-21.1
10-20變化量	-10	+20.8	-9.8	+16.6	-9.2	+14.7

4.結果：風扇正轉，排扇是上吸進，下排出。溫度平均下降9.7度，溼度平均增加17.4%。

5.體感溫度的變化

實驗次數	第一次				第二次				第三次			
	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度
10	38.3	37.9	0	43.4	38.1	37.3	0	43.0	37.8	37.1	0	42.6
12	30.9	47.2	1.4	33.7	31.6	45.7	0.8	34.8	31.9	43.2	1	34.9
14	28.7	54.1	1.1	31.5	29.8	50.1	1.2	32.6	30.3	47.4	0.8	33.3
16	28	56.6	1.1	30.8	28.9	52.8	0.8	31.9	29.4	49.4	0.8	32.3
18	27.5	57.9	1.2	30.2	28.6	54.2	0.9	31.5	29.1	50.6	0.9	31.9
20	27.3	58.7	0.6	30.4	28.3	54.9	0.9	31.2	28.6	51.8	0.4	31.7

實驗十三：風扇反轉，上排扇排出風、下排扇吸進風與溫度、溼度、風速間的關係

1.做法：將風扇反轉，上窗口放置排扇將風排出，下窗口放置排扇將風吸進

2.過程記錄：

模型屋外 溫溼度	55.1% , 28.9 °C			53.6% , 29°C			50.3% , 49.9°C		
實驗次數	第一次			第二次			第三次		
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)
0	56	29	0	52.6	29.4	0	48.4	30.6	0

0.5	55.6	29.7	0	53.8	30	0	46.6	31.2	0
1	54.6	30.4	0	52.9	30.6	0	45.2	31.8	0
1.5	53	31	0	51.4	31.1	0	43.9	32.3	0
2	51.3	31.6	0	49.9	31.7	0	42.6	32.9	0
2.5	50	32.2	0	48.7	32.2	0	41.6	33.5	0
3	48.6	32.8	0	47.6	32.7	0	40.7	33.9	0
3.5	47.4	33.4	0	46.5	33.2	0	39.8	34.4	0
4	46.3	33.9	0	45.5	33.7	0	38.9	34.9	0
4.5	45.3	34.4	0	44.5	34.2	0	38.1	35.5	0
5	44.2	34.9	0	43.6	34.7	0	37.2	36	0
5.5	43.1	35.5	0	42.5	35.2	0	36.3	36.4	0
6	42.1	36	0	41.6	35.7	0	35.5	36.9	0
6.5	41.1	36.5	0	40.6	36.2	0	34.7	37.4	0
7	40.2	37	0	39.8	36.7	0	34.1	37.9	0
7.5	39.3	37.6	0	38.8	37.2	0	33.3	38.4	0
8	38.2	38.1	0	37.9	37.7	0	32.5	38.9	0
8.5	37.4	38.5	0	37.1	38.2	0	31.8	39.4	0
9	36.6	39.1	0	36.3	38.7	0	31.2	39.8	0
9.5	35.8	39.6	0	35.5	39.2	0	30.6	40.3	0
10	35.1	40	0	34.8	39.7	0	30	40.6	0
10.5	34.6	39.8		33.2	39.7		30.7	39.9	
11	34.6	39.2	2.3	34.8	38.8	2.5	33	37.2	1.9
11.5	35.4	38.4		38.2	36		35.2	35.6	
12	35.9	37.7	2.0	40.5	35.1	2.4	36.6	35	2.0
12.5	37.2	37.3		40.4	34.5		37.7	34.2	
13	38.1	36.9	1.9	42.3	34	2.4	39.5	33.7	2.5
13.5	40.4	35.4		42.9	33.5		39.3	33.2	
14	43	34	2.2	43.1	33.1	2.4	40.3	32.8	1.9
14.5	44.3	33.4		43.9	32.7		40.7	32.4	
15	44.6	33.1	2.0	44.7	32.4	2.5	42.4	32.1	2.3
15.5	44.8	32.6		45.3	32		41.9	31.9	
16	46.4	32.5	2.1	45.9	31.9	2.5	42.7	31.6	2.1
16.5	46.4	32.1		46.1	31.6		42.8	31.3	
17	47.6	31.8	2.1	47.7	31.3	2.5	43.7	31.1	2.4
17.5	47.8	31.7		47.1	31.1		43.8	30.9	
18	48.5	31.4	2.5	47.7	30.9	2.2	44.9	30.7	2.5
18.5	48.4	31.3		48	30.8		44.6	30.6	
19	49.1	31.1	1.8	48.2	30.7	2.5	45.5	30.4	2.5
19.5	49.4	30.9		48.6	30.6		45.3	30.3	
20	50	30.8	2.1	49.2	30.4	2.5	46	30.2	2.4

3.加熱、降溫後溫度、相對溼度變化

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
經過時間(分)	溫度	溼度	溫度	溼度	溫度	溼度
0(開始)	29	56	29.4	52.6	30.6	48.4
10 (關掉燈泡)	40	35.1	39.7	34.8	40.6	30
20	30.8	50	30.4	49.2	30.2	46
0-10變化量	+11	-20.9	+10.3	-17.8	+10	-18.4
10-20變化量	-9.2	+14.9	-9.3	+14.4	-10.4	+16

4.結果：風扇反轉，排扇上排出，下吸進，溫度平均下降9.6度，溼度平均增加15.1%。

5.10分鐘內體感溫度變化

實驗次數	第一次				第二次				第三次			
時間(分)	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度
10	40	35.1	0	45.3	39.7	34.8	0	44.8	40.6	30	0	45.3
12	37.7	35.9	2.0	41.0	35.1	40.5	2.4	37.9	35	36.6	2.0	37.6
14	34	43	2.2	36.8	33.1	43.1	2.5	35.4	32.8	40.3	1.9	35.2
16	32.5	46.4	2.1	35.2	31.9	45.9	2.5	34.1	31.6	42.7	2.1	33.7
18	31.4	48.5	2.5	33.7	30.9	47.7	2.2	33.2	30.7	44.9	2.5	32.5
20	30.8	50	2.1	33.3	30.4	49.2	2.5	32.5	30.2	46	2.4	32.0

實驗十四：風扇反轉，上排扇吸進風、下排扇排出風

1.做法：將風扇反轉，上窗口放置排扇將風吸進，下窗口放置排扇將風排出

2.過程記錄：

模型屋外 溫溼度	50.6% , 28.5°C			52.5% , 28.9°C			54.5% , 29°C		
實驗次數	第一次			第二次			第三次		
時間(分)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)	相對溼度 (%RH)	溫度 (°C)	風速 (m/s)
0	51.8	29.2	0	53.2	29.5	0	54.7	29.4	0
0.5	50.8	29.8	0	52.2	30.1	0	53.5	30	0
1	49.1	30.4	0	50.6	30.7	0	51.6	30.7	0
1.5	47.7	30.9	0	49.1	31.2	0	49.9	31.3	0
2	46.5	31.4	0	47.8	31.7	0	48.3	31.9	0
2.5	45.4	31.9	0	46.6	32.2	0	47	32.5	0
3	44.3	32.4	0	45.4	32.7	0	45.7	33	0
3.5	43.3	32.9	0	44.3	33.2	0	44.5	33.5	0

4	42.3	33.4	0	43.3	33.7	0	43.4	34.1	0
4.5	41.3	33.9	0	42.3	34.3	0	42.3	34.6	0
5	40.4	34.4	0	41.3	34.8	0	41.2	35.2	0
5.5	39.5	34.9	0	40.3	35.3	0	40.1	35.7	0
6	38.6	35.4	0	39.3	35.8	0	39.1	36.2	0
6.5	37.7	35.9	0	38.4	36.3	0	38.2	36.7	0
7	36.8	36.4	0	37.5	36.9	0	37.2	37.2	0
7.5	36	36.9	0	36.6	37.4	0	36.4	37.8	0
8	35.2	37.4	0	35.8	37.9	0	35.5	38.2	0
8.5	34.4	37.8	0	35.1	38.3	0	34.6	38.7	0
9	33.7	38.3	0	34.3	38.8	0	33.8	39.2	0
9.5	32.9	38.7	0	33.5	39.3	0	33.1	39.7	0
10	32.8	38.9	0	33.3	39.4	0	32.4	39.8	0
10.5	31.2	38.3		33.4	39		32	39.1	
11	32.4	37.5	2	32.9	38.5	2.2	33.1	38.1	2.3
11.5	34	36.6		33.5	38		33.7	37.3	
12	34.8	35.8	2	33.8	37.6	2.2	35	36.8	2.7
12.5	36.2	35.4		34.6	37.2		36.2	36.1	
13	35.9	35	1.9	35.8	36.6	2.5	36.9	35.7	2.3
13.5	36.6	34.7		36.6	36		37.8	35.1	
14	37.2	34.2	2.1	37.4	35.6	2.7	38.9	34.8	2.3
14.5	38.8	33.8		38.3	35.1		39.8	34.3	
15	38.7	33.5	2.2	38.8	34.7	2	40.6	33.9	2.5
15.5	39.8	33.2		39.9	34.3		41.4	33.5	
16	39.6	32.8	2.7	40.5	34	2.2	41.9	33.3	2.5
16.5	40.8	32.5		41.1	33.6		42.4	33.1	
17	41.3	32.2	1.3	41.9	33.4	1.5	42.9	32.8	2.1
17.5	41.7	32		42.1	33		43.5	32.5	
18	42.3	31.8	1.9	42.7	32.8	2	44.2	32.2	2.4
18.5	42.6	31.5		43.5	32.5		44.8	32	
19	43.2	31.2	1.5	44.6	32.3	2.4	45.9	31.7	2.3
19.5	43.7	31		44.6	32		46.1	31.5	
20	44	30.8	2.8	45.4	31.8	2.5	46.6	31.3	2.5

3.溫溼度變化量

實驗次數	第一次		第二次		第三次	
	溫度	溼度	溫度	溼度	溫度	溼度
0(開始)	29.2	51.8	29.5	53.2	29.4	54.7
10 (關掉燈泡)	38.9	32.8	39.4	33.3	39.8	32.4
20	30.8	44	31.8	45.4	31.3	46.6
0-10變化量	+9.7	-19	+10.1	-19.9	+10.4	-22.3
10-20變化量	-8.1	+11.2	-7.6	+12.1	-8.5	+14.2

3. 結果：風扇反轉，排扇上吸進，下排出溫度平均下降8.1度，降溫後溼度增加12.5%。

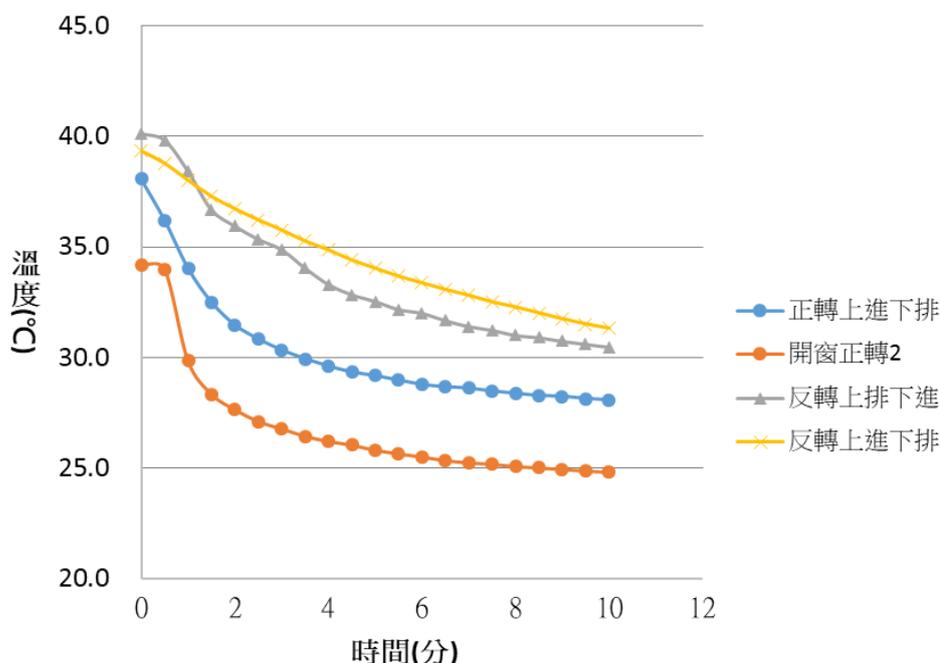
4. 反轉10分鐘內體感溫度變化

實驗次數	第一次				第二次				第三次			
	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度	溫度	相對溼度	風速	體感溫度
10	38.9	32.8	0	43.5	39.4	33.3	0	44.2	39.8	32.4	0	44.6
12	35.8	34.8	2	38.4	37.6	33.8	2.2	40.5	36.8	35	2.7	39.2
14	34.2	37.2	2.1	36.5	35.6	37.4	2.7	38.0	34.8	38.9	2.3	37.4
16	32.8	39.6	2.7	34.6	34	40.5	2.2	36.5	33.3	41.9	2.5	35.6
18	31.8	42.3	1.9	34.1	32.8	42.7	2	35.3	32.2	44.2	2.4	34.4
20	30.8	44	2.8	32.3	31.8	45.4	2.5	34.0	31.3	46.6	2.5	33.4

六、實驗(十二)~(十四)之綜合比較

(一)加裝排扇與風扇通風降溫效果之比較

時間	變化量 (平均值)	條件				
		風扇正轉		風扇反轉		開窗正轉2
		排扇： 上吸進下排出	排扇： 上排出下吸進	排扇： 上吸進下排出		
0-10	溫度下降	9.7°C	9.6°C	8.1°C	9.4°C	
	溼度增加	17.4%	15.1%	12.5%	17.8%	



結果：風扇正轉排扇上吸進下排出的下降溫度(9.7度)，略多於風扇反轉排扇上排出下吸進(9.6度)。反轉上進下出的下降溫度較少。開窗正轉2，與風扇正轉排扇上吸進下排出在2分鐘內下降的溫度最多(6.6度)。

(二)比較體感溫度

時間	條件				
	風扇正轉	風扇反轉		開窗風扇正轉2	開窗不開扇
	排扇： 上吸進下排出	排扇： 上排出下吸進	排扇： 上吸進下排出		
0	43.0	45.1	44.1	37.4	36.6
2	34.4	38.8	39.4	28.9	35.1
4	32.5	35.8	37.3	27.3	34.3
6	31.7	34.4	35.6	26.5	33.6
8	31.2	33.1	34.6	26.2	32.8
10	31.1	32.6	33.2	25.9	32.2
平均下降	11.9	12.5	10.9	11.5	4.4

結果：體感溫度以風扇反轉，上排出下吸進平均下降的溫度較多。

陸、結論

1. 考量模型屋是否開窗、風扇的數量與正反轉的條件下，以開窗開2個風扇正轉的條件下，下降的溫度最多，下降的速度也較快。因為熱空氣往上升，正轉的風扇將熱空氣往下吹，往窗戶外流動，所以降溫效果明顯。此實驗結果可應用在教室具內外通風佳的環境。
2. 不論開窗或不開窗，風扇反轉風扇減少的溫度最少，散熱效果差。因為風扇反轉沒有風，且熱空氣被反轉的風扇吸上去，停留在模型屋的上方，沒有產生流動，所以散熱效果最差。本研究中將風扇反轉，對於室內的降溫效果沒有像網路影片所說下降的溫度，比風扇正轉來得多，且沒有風，體感溫度也較高。

3. 使用紙條探討在風扇正轉或反轉時，氣流流動的情形。風扇正轉時，上方窗口紙條是由外往內飄動，下方窗口由內往外飄動。風扇反轉時，紙條在上、下兩窗口都是由外往內飄動較明顯。本結果可應用在教室屬於較難有自然風吹入時，室內窗戶加裝排扇的設置模式。
4. 從巨觀層面來看若自然風較難引入的環境時，我們加裝排扇增強室內通風對流效果，發現在風扇正轉且排扇上吸進下排出的設置，可有最佳的降溫效果，而且短時間內下降的溫度也最快。
5. 承上，從微觀角度來看，如果想要讓身體較快感受到涼爽的話，體感溫度的變化比室內溫度的下降更具代表性，我們發現讓風扇反轉且排扇是上排出、下吸進的設置，可讓體感溫度下降最多。

柒、未來研究方向

依據體感溫度的公式，體感溫度與溫度、風速、濕度有關，本研究所有實驗皆從風速層面進行研究脈絡，未來可以思考如何控制模型箱內的溼度，探討兩者對屋內體感溫度累加的下降效果。

捌、參考資料及其它

1. 凱特·戴維斯。觀念物理小學堂。2019年。小天下，台北。
2. 你家吹得到風嗎？看不見的「風權」，其實攸關你繳的電費。2020天下雜誌，700期。
3. 體感溫度，維基百科。<https://zh.wikipedia.org/wiki/體感溫度>
4. 泛科學。體感溫度什麼？它是重要的天氣指標嗎？<https://pansci.asia/archives/93280>
5. 溼度，維基百科。<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B9%BF%E5%BA%A6>
6. 風扇不能降低室內溫度?流言追追追。<https://www.youtube.com/watch?v=5g4TH1okOfA&t=402s>
7. 方煒，溫溼度控制之理論基礎。<http://www.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/Hort/chap06.htm>