

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 地球科學科

040506

冷熱交鋒－冷熱空氣混合界面觀察

學校名稱：國立屏東高級中學

作者： 高二 吳健聰 高二 張凱翔	指導老師： 陳俊杰
-------------------------	--------------

關鍵詞：冷熱空氣交會、雷雨、鋒面

摘要

在這次作品中，我們研究了雷雨前的徵兆，我們對雷雨的發生條件，縮小範圍研究。並設計一系列的實驗來觀察溫差對交界處風速、風向的影響，並測量溫差與風速的相對關係，且深入探討交界處不同高度之溫度變化。結果顯示冷熱空氣交界處，溫度、風速、風向都有顯著變化；冷空氣區高處，因為受到熱空氣上升與冷空氣下沉的影響，因此溫度變化量比低處大；熱空氣區低處，溫度變化量比高處大；溫差與風速成正向關係。

壹、研究動機

夏天，天氣的不穩定總是令我們覺得又氣又喜，上午艷陽高照的天氣躲在室內吹冷氣很舒服，但是到了下午放學時，卻突然烏雲密布，這時吹起一陣涼風，過了一會兒就下起了傾盆大雨，把我們的全身淋的濕答答，這就是我們俗稱的西北雨，而這在我們在台灣是很常見的天氣現象，吹起的涼風，這是雷雨來臨前的徵兆嗎？我們對此天氣現象進行模擬實驗，進而延伸至局部性天氣的探討。

貳、研究目的

- 一、觀察溫差對交界處風速、風向的影響
- 二、探討交界處不同高度之溫度變化
- 三、測量溫差與風速的相對關係

參、研究設備及器材

一、實驗器材：

壓克力箱子、溫度計十支、冷源(冰塊、乾冰)、熱源(電磁加熱器)、線香、數位相機(錄影功能)。

二、架設器材：

箱子隔成兩個空氣區塊，中央設置活動式隔板，隔板打開，冷熱空氣混合。溫度計橫擺於距中間隔板約三公分處，以箱底為基準，垂直方向上每 7 公分放一支，兩邊各四支，將兩邊的冷熱源放置好後，中間使用隔版，上面用蓋子蓋好(如下圖一)。



(圖一)

肆、研究過程或方法

一、實驗流程：

在冷空氣區置放線香長度三公分兩支，靜置到線香燃燒完畢後，記錄八支溫度計個別的溫度，以最底下兩支溫度計所記錄的溫度，表示溫度差，再將隔板打開，用相機錄影，錄下煙的移動情形約一分鐘，再記錄中間八支溫度計的溫度，觀察交界面的溫度變化以及煙的移動情形。經過多次的實驗後發現，將線香放在冷源處，比較容易觀察。

風速的測量：當隔板完全打開後，煙移動至特定的位置後，所需的時間。

溫差的定義：混合前，以最底下 0 cm 處的兩支溫度計差。

伍、實驗結果

一、實驗一：冷源（冰塊）、熱源（電磁加熱器）

（一）冷熱空氣溫差 0°C



（圖二）

（1）風速：10.17(cm/s)

首先，我們先做出溫差 0°C 的混合，來比對有溫差時的差別。

（2）表格

高度 溫差		0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
		冷空氣區	混合前	28	28
	混合後	28	28	28	28
	溫度變化	0	0	0	0
熱空氣區	混合前	28	28	28	28
	混合後	28	28	28	28
	溫度變化	0	0	0	0

單位（°C）

(二) 冷熱空氣溫差 2°C



圖三

(1) 風速：18.42(cm/s)

溫差 2°C 時，當中間隔板打開時，煙粒子的移動開始變快，開始有了一個傾斜的面出現。

(2) 表格

高度 溫差		0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
		冷空氣區	混合前	28	29
	混合後	28	29	30	30
	溫度變化	0	0	1	0
熱空氣區	混合前	30	32	33	34
	混合後	30	32	32	33
	溫度變化	0	0	-1	-1

單位 (°C)

(三) 冷熱空氣溫差 7°C



圖四

(1) 風速：22.89(cm/s)

溫差 7°C 時，兩邊所形成的斜面更明顯，煙粒子的移動也有增快的情形。

(2) 表格

高度 溫差		0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
		冷空氣區	混合前	25	26
	混合後	26	27	29	30
	溫度變化	1	1	2	1
熱空氣區	混合前	32	34	36	36
	混合後	30	33	34	36
	溫度變化	-2	-1	-2	0

單位 (°C)

(四) 冷熱空氣溫差 9°C



圖五

(1) 風速：29.83 (cm/s)

溫差 9°C，曲面更加的明顯，而斜面變得陡峭，但是煙粒子變的不容易觀察的出來，混合的速度也有加快的趨勢。

(2) 表格

		高度 溫差	0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
冷 空 氣 區	混合前		23	26	27	29
	混合後		23	26	29	30
	溫度變化		0	0	2	1
熱 空 氣 區	混合前		32	37	37	38
	混合後		30	34	36	36
	溫度變化		-2	-3	-1	-2

單位 (°C)

(五) 冷熱空氣溫差 10°C



圖六

(1) 風速：36.87(cm/s)

溫差 10°C 時，交界處的斜面變的平緩，煙粒子移動更快，在交界處溫度的改變是最明顯的一次，溫差變大，使煙粒子的動能增加，交界處有些許不易觀察，但還是可以看的出有斜面。

(2) 表格

		高度			
		0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
冷 空 氣 區	混合前	24	26	28	29
	混合後	25	27	30	32
	溫度變化	1	1	2	3
熱 空 氣 區	混合前	34	38	41	42
	混合後	33	37	40	41
	溫度變化	-1	-1	-1	-1

單位 (°C)

(六) 冷熱空氣溫差 11°C



圖七

(1) 風速：47.81(cm/s)

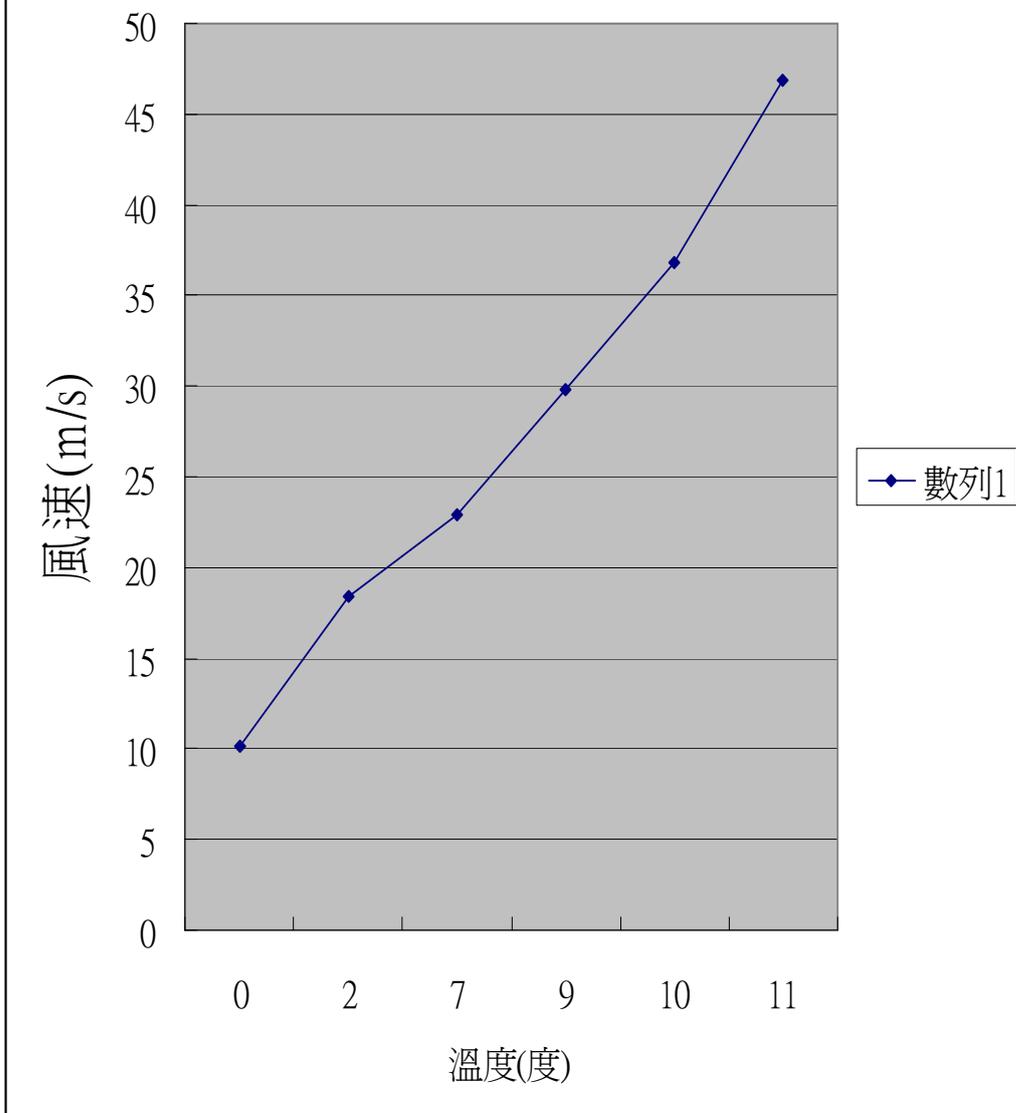
我們利用細小的塑膠繩放在交界處觀察空氣移動的情況。

(2) 表格

高度 溫差		0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
		冷空氣區	混合前	24	27
	混合後	25	29	31	33
	溫度變化	1	2	2	3
熱空氣區	混合前	35	40	44	46
	混合後	34	39	43	45
	溫度變化	-1	-1	-1	-1

單位 (°C)

溫差與風速



圖八

從圖八可以看出，風速與溫差之間成正向關係。

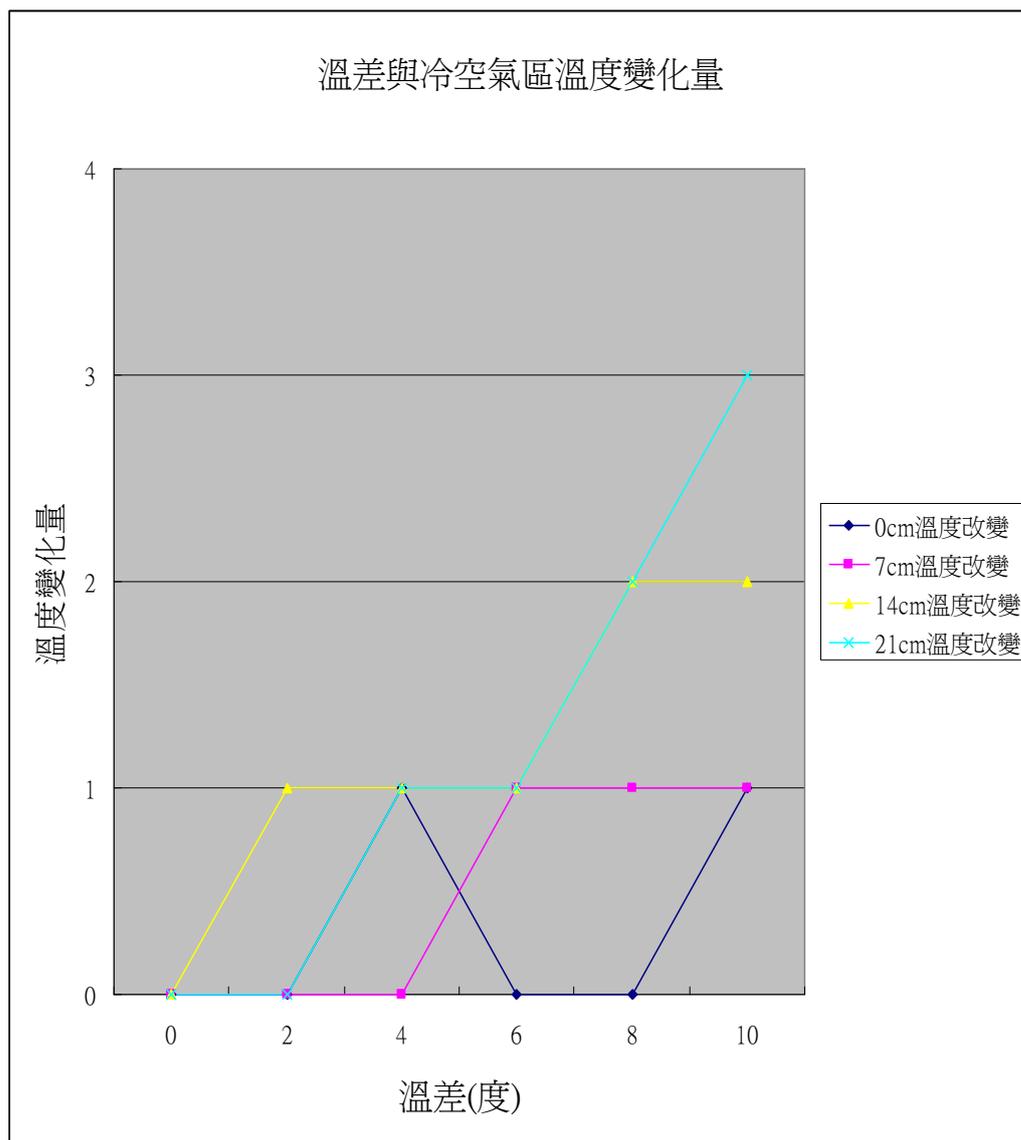
(二) 綜合各實驗組資料後，整理如下表

(1) 溫差冷空氣區溫度變化：

溫差	0cm 溫度變化量	7cm 溫度變化量	14cm 溫度變化量	21cm 溫度變化量
0	0	0	0	0
2	0	0	1	0
3	0	0	1	2
3	1	1	0	1
4	0	0	1	0
4	1	0	1	1
4	0	1	1	1
5	0	1	1	1
5	0	1	1	1
5	0	0	1	2
6	0	0	0	2
6	0	1	1	1
7	1	1	1	2
7	0	1	1	2
8	0	1	1	0
8	0	1	2	1
8	0	1	1	1
8	0	1	2	2
9	1	1	2	1
9	0	0	2	1
9	0	2	2	2
9	0	1	1	1
9	0	1	1	2
10	1	1	2	3
10	1	1	2	3
11	1	2	2	3
11	1	2	2	3

單位 (°C)

圖示



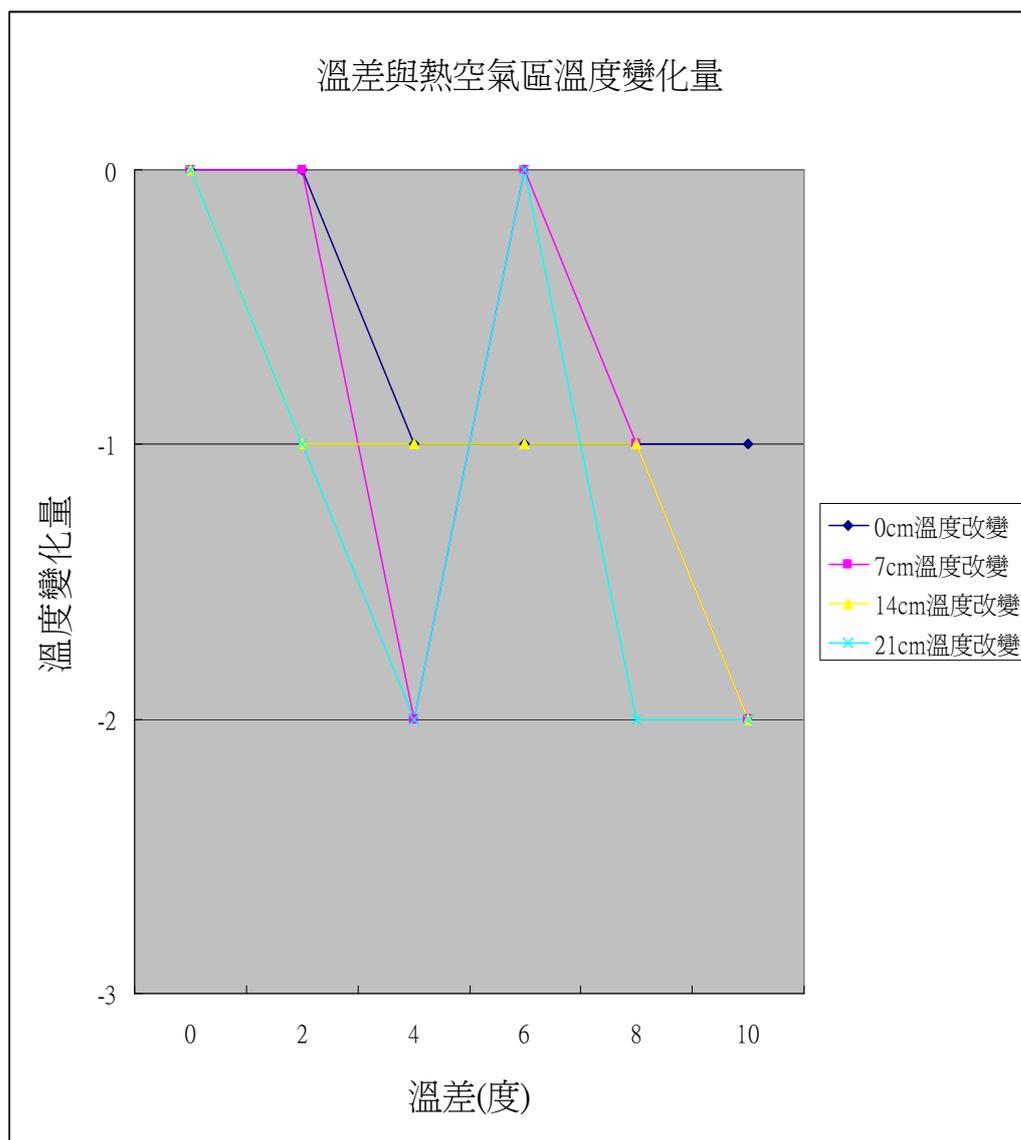
圖九

(2) 溫差與熱空氣區溫度變化：

溫差	0cm 溫度變化量	7cm 溫度變化量	14cm 溫度變化量	21cm 溫度變化量
0	0	0	0	0
2	0	0	-1	-1
3	0	-2	0	0
3	0	-1	0	0
4	-1	0	0	0
4	-1	-2	-1	-2
4	0	-1	0	0
5	-2	0	0	-2
5	0	0	0	0
5	-1	0	-2	-1
6	-2	-1	-1	-2
6	-1	0	-1	0
7	-1	-1	-1	-2
7	-1	0	-1	0
8	-2	0	0	0
8	-1	-1	-2	0
8	-2	-1	-2	-1
8	-1	-1	-1	-2
9	-2	-1	-2	0
9	-2	-3	-2	-2
9	-1	-1	-2	-2
9	-1	-1	0	-2
9	-1	-2	-2	0
10	-1	-1	-1	-1
10	-1	-2	-2	-2
11	-1	-1	-1	-1
11	-1	-2	-1	-1

單位 (°C)

圖示



圖十

二、實驗二：冷源（乾冰+冰塊）、熱源（電磁加熱器）

實驗二，利用乾冰使得冷空氣區的溫度降的更低，但是我們發現，氣溫能夠再降低的空間範圍有限，最底下 0 cm 處的溫度記錄很明顯地比僅放冰塊時低，但冷空氣區其他高度的溫度記錄與僅放置冰塊時相近。

（一）冷熱空氣溫差 18℃



圖十一

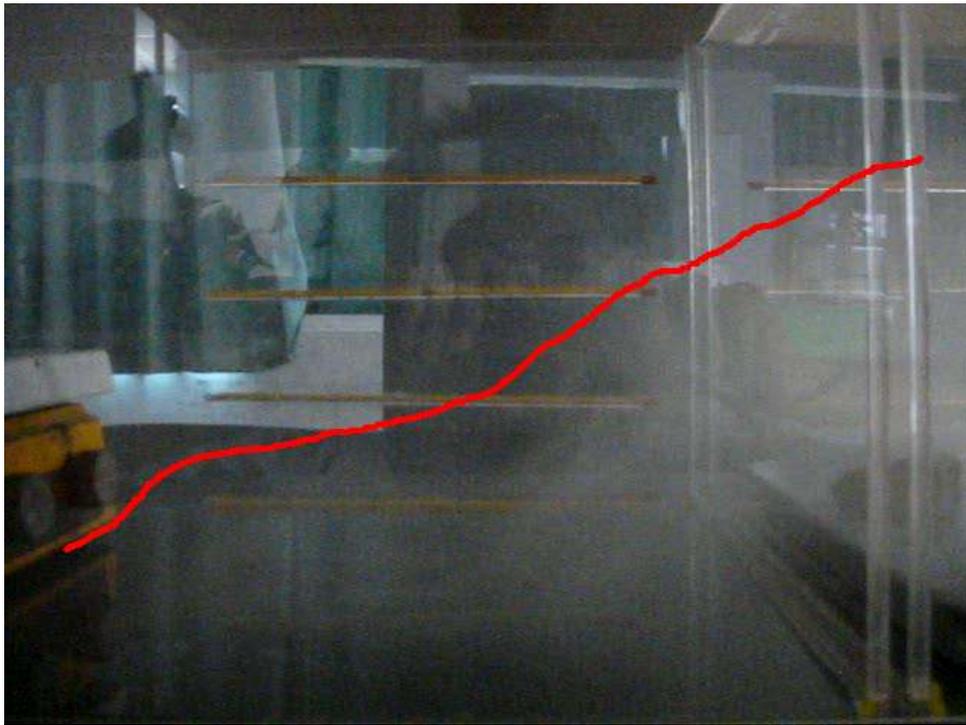
(1) 風速：27.5(cm/s)

(2) 表格

		高度	0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
		溫差				
冷 空 氣 區	混合前		18	28	31	34
	混合後		18	29	32	36
	溫度變化		0	1	1	2
熱 空 氣 區	混合前		36	39	43	45
	混合後		33	38	42	45
	溫度變化		-3	-1	-1	0

單位 (℃)

(二) 冷熱空氣溫差 21℃



圖十二

(1) 風速：33.12 (cm/s)

(1) 表格

		高度			
		0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
冷 空 氣 區	混合前	17	28	31	34
	混合後	17	28	33	36
	溫度變化	0	0	2	2
熱 空 氣 區	混合前	38	40	44	48
	混合後	34	38	42	46
	溫度變化	-4	-2	-2	-2

單位 (°C)

(三) 冷熱空氣溫差 21℃



圖十三

(1) 風速：33.23(cm/s)

(1) 表格

		高度			
		0 cm	7 cm	14 cm	21 cm
冷 空 氣 區	混合前	17	29	34	36
	混合後	17	30	36	42
	溫度變化	0	1	2	6
熱 空 氣 區	混合前	38	43	52	56
	混合後	33	41	50	54
	溫度變化	-5	-2	-2	-2

單位 (℃)

陸、討論

一、圖二中，觀察出的交界面，煙的移動可能受到重力影響所以上下分明，推測是應該是在線香燃燒時產生一點點熱的關係，才會從冷空氣區移動到熱空氣區，但是溫度計所顯示溫度不變，我們認定此為溫差 0°C 。

二、圖三中，從此圖可以發現，煙的移動受到溫差的影響，在左邊有一個向下的曲面，觀察出熱空氣在此處阻擋了冷空氣的前進，混合後，交界處的溫度也受到影響。

三、圖四中，在熱空氣一邊，也有像溫差 2°C 時類似的情形，而交界處的溫度改變有更明顯。

四、圖五中，也有出現與溫差 7°C 相同曲面的情況。

五、圖七中，因為塑膠繩還是太重的關係，移動的幅度不會很大，煙的移動情形和溫差 10°C 時大致相同，冷源愈接近頂端的溫度變化有明顯的趨勢。

六、在乾冰的實驗中，因為乾冰的關係，所以在冷空氣區的 0 公分處，溫度驟降，隔板移開後造成熱空氣區低處溫度變化量變大。而在 0 公分處，由於冷熱空氣區溫差大，造成的氣流移動速度也很快。但因為乾冰所揮發出的二氧化碳與線香混合在一起，由於二氧化碳相對較重的關係，造成空氣很快的就沉降下來，風速也比較慢，由圖十一～十三可以很明顯的觀察出來。

從我們的實驗來觀察，溫差對冷熱空氣交界處影響顯著，從圖九冷空氣區的溫度變化來看，我們發現在冷空氣區的折線圖不會產生不規律的曲折，但在圖十中，熱空氣區的溫度變化，卻變化不規律，可能是因為誤差的關係，這個誤差可能有煙粒子的擴散不均勻，或者是剛開始的不穩定小範圍天氣型態所致。從交界處所觀察出的情形，雖然實驗與實際大氣情況有所不同，局部的天氣可以驗證我們的實驗，像雷雨來臨前，溫度驟降，風速和風向改變，但如果像鋒面這種天氣形態，涉及到的範圍很大，可能就不只這些條件。

從圖表中我們可以發現，溫差對於不同高度的溫度計影響雖然只有 0°C 至 3°C ，但是換算成實際高度，這種變化量實在令人嘆為觀止，大氣中的溫度變化可能遠超過我們的想像， 0°C 不代表就是沒有溫度變化，而是在這小型的天氣箱不易觀察。

就風速而言，在實驗一我們發現，溫差愈大，風速也會跟著增加，可以從圖八看出，溫差與風速成正向關係。在實驗二我們發現，與實驗一比較，雖然溫差變大，但風速卻沒有跟著增加，因為二氧化碳比較重，所以在移動時，相對的也跟著變慢，但是我們由實驗二中也可以得知溫差大，風速增加的情形。

柒、結論

一	冷熱空氣交界處，溫度、風速、風向均有顯著變化。
二	冷空氣區高處，因為受到熱空氣上升的影響，因此溫度變化量比低處大；熱空氣區低處，受冷空氣下沉的影響，溫度變化量比高處大。
三	溫差與風速成正向關係。

捌、參考資料及附錄

一、網路資源：

<http://library.hwai.edu.tw/science/content/1974/00020050/0008.htm>

<http://www.ctv.com.tw/000/Db30.htm>

<http://baike.baidu.com/view/190445.htm>

二、書籍資料：

高中基礎地科康熹版

看雲趣

【評語】 040506

自行設計實驗器材，並能團隊合作，動手解決問題，是值得嘉許的。唯周圍環境的影響、測量點的位置及數量等，宜再有更多考量，並須注意數據的精確度，最好能重覆實驗過程，以減少誤差。