

探討熱的傳播與日常天氣現象的關係

國中組地球科學科第一名

台北市立陽明國民中學

作者：陳慈文、陳依琬

曹慧瑩、楊淑敏

指導教師：陳英杰、陳寶花

一、研究動機

在電視的氣象報告中，除了說明各地晴、雨、冷、熱的天氣變化外，也預測霧、露、霜、雪等天氣現象可能出現的地區。由於我們對於這些現象形成的原因不清楚，因此想利用所學的理化知識來做進一步的探討。

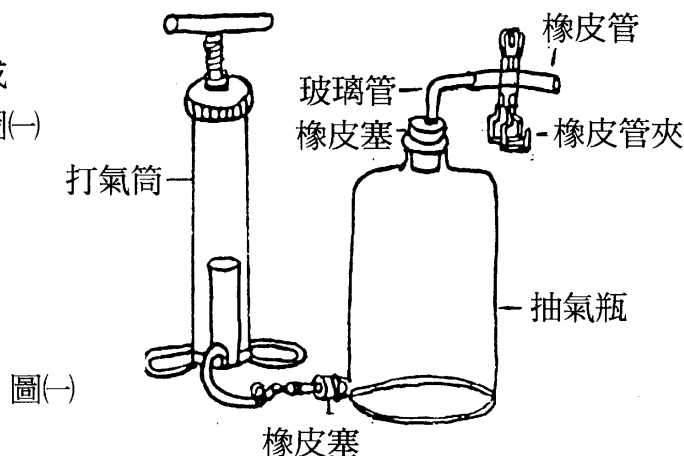
二、研究目的

- (一)利用簡單的儀器設備，認識各種常見的天氣現象。
- (二)設計簡易的實驗裝置，探討日常天氣現象的成因。

三、研究過程與結果

(一)探討雲的形成

1. 裝置：如圖(一)



2. 方法：

- (1)抽氣瓶內放入適量的水，靜置一段時間。
- (2)利用打氣筒向瓶內打氣，然後迅速鬆開瓶子上方的夾子，觀察瓶內成雲情形。
- (3)改變打氣次數，並分別以乙醇、丙酮取代水，進行此實驗。
- (4)將線香燃燒生成的煙吹入瓶內，重複上述步驟。

3. 結果：

- (1)打氣次數愈多，試液的揮發性愈大，瓶內成雲的效果愈佳。
- (2)加入煙作為凝結核，瓶內成雲的濃密程度顯著增加。

(二)雲形的觀測（限於篇幅，只好全部省略）

(三)人造霧

1. 器材：壓克力水族箱、玻璃片、漏斗、橡皮管、冰、食鹽、透明壓克力盒。

2. 方法：

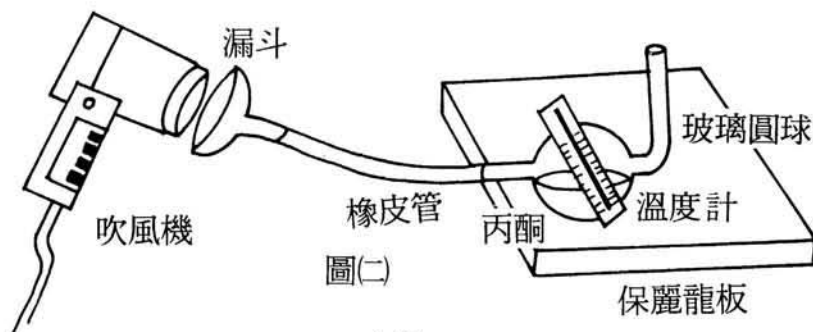
- (1)壓克力盒盛碎冰與食鹽的混合物，然後放入水族箱內。
- (2)將連接橡皮管的漏斗置於冰盒旁，漏斗口放置不規則形障礙物，水族箱蓋上玻璃片，手拿橡皮管以口吹氣，觀察箱內成霧情形。接著改變吹入氣體的速率及氣體量，比較其結果。

3. 結果：生成的霧類似平流霧。

(四)霧的觀測（略）

(五)人造霧及露點的測定

1. 裝置：如圖(二)



2. 方法：

- (1)玻璃圓球內盛約 7 ml 的丙酮。
- (2)利用吹風機將冷風由漏斗口吹入，觀察玻璃球底部結露的情形，並記錄此時玻璃球上溫度計的讀數及濕度計上的溫度和濕度。
- (3)使用家庭用電暖氣和除濕機，改變室內溫度和濕度來實驗。

3. 結果： 表(-)

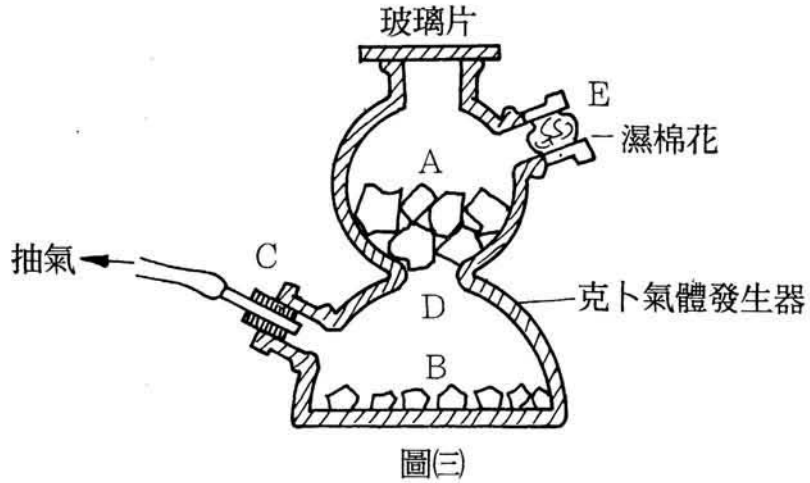
溫度 結露時 玻璃球上 溫度 相對 濕度	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
60 %	7.2 °C	11.8 °C	16.5 °C	21.2 °C	25.8 °C
65 %	8.2 °C	13.0 °C	17.3 °C	22.5 °C	26.8 °C
70 %	9.0 °C	14.0 °C	19.0 °C	23.5 °C	28.0 °C
75 %	10.5 °C	15.8 °C	19.8 °C	24.6 °C	29.4 °C
80 %	11.0 °C	16.3 °C	21.0 °C	25.5 °C	30.5 °C

(六)人造霜

1. 器材：鋁杯、冰、食鹽、溫度計、放大鏡、吹風機。
2. 方法：
 - (1)鋁杯盛碎冰與食鹽的均勻混合物，並插入溫度計。
 - (2)將鋁杯外壁擦拭乾淨，以放大鏡觀察杯壁成霜情形。
 - (3)以吹風機將冷風吹向鋁杯，重複上述操作。
3. 結果：鋁杯外壁有霜形成，有風或杯壁有小水滴時無法成霜。

(七)人造雪

1. 裝置：如圖(三)



2. 方法：

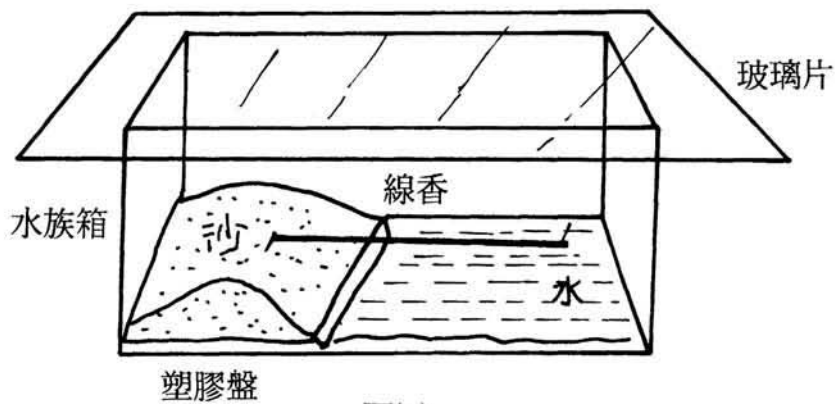
(1) 使用鐵錘將市售的乾冰（1磅重）敲成小塊，放於圖(三)的A處，同時在B處放置碎乾冰，在E處放置濕棉花。

(2) 利用Water Aspirator 由C處抽氣，然後觀察瓶內的變化。

3. 結果：瓶內D處有雪花飄落。

(八)模擬海風、陸風、山風及谷風

1. 裝置：如圖(四)



2. 方法：

- (1)將圖(四)的裝置置於陽光下(或利用100W燈光照射)一段時間後，在沙中插上一支點燃的線香，並將玻璃片蓋上，待箱內充滿煙時取出線香，觀察箱內煙的流動情形；隨後將裝置移到陰涼處(或關熄燈光)，觀察冷卻後的結果。
- (2)利用保麗龍、黏土及樹脂製作假山模型，放入水族箱內，並置於陽光下照射一段時間，然後將點燃的線香置於箱中，蓋上玻璃片觀察其結果，接著將裝置移至陰涼處觀察。

3. 結果：

- (1)在陽光下時，沙上的煙垂直上升而水面上的煙流向沙的方向(海風)；在陰涼處冷卻後煙的流動方向則相反(陸風)。
- (2)在陽光下時，煙由假山底部沿山坡上升(谷風)；冷卻後，煙由山頂沿山坡下降(山風)。

(九)海風及陸風的觀測(略)

(十)山風及谷風的觀測(略)

(十一)模擬颱風

1. 器材：磁性攪拌器、磁攪拌子、燒杯(3000ml)、注射針筒、滴管、過錳酸鉀溶液、水、硫粉。

2. 方法：

- (1)燒杯盛水約1000ml，放入磁性攪拌子，然後置於攪拌器上。
- (2)打開攪拌器的開關，並調整轉速觀察杯內的水之漩渦。
- (3)由漩渦中心滴入過錳酸鉀溶液，觀察紫色液的流動情形。
- (4)分別由水面及水底滴入過錳酸鉀溶液觀察。
- (5)利用注射針筒，由漩渦邊緣底部注入過錳酸鉀溶液觀察。
- (6)水面上撒佈硫粉，觀察其結果。

3. 結果：

- (1)由水面上方觀察，水的漩渦是對稱的，且為順時針方向。
- (2)由漩渦中心滴下過錳酸鉀溶液，其紫色液旋轉向下流動而

形成紫色圓柱（側面觀察），若由水底注入即逐漸上升，可見到漩渦中心有對流現象。

(3)由水面滴下過錳酸鉀溶液，紫色液由漩渦外緣順著渦流進入漩渦中心，若由水底注入，則紫色液由中心向外圍旋轉流出。

(4)水面上撒佈硫粉，可發現渦流的速度愈靠近漩渦中心則愈大。

(三) 模擬龍捲風

1. 器材：磁性攪拌器、攪拌磁子、燒杯、玻璃片、線香、吹風機。

2. 方法：

(1)燒杯盛水約1000ml，放入攪拌磁子，並置於攪拌器上。

(2)打開攪拌器開關，調整適當轉速使杯內的水漩渦形成空氣柱。

(3)將線香燃燒生成的煙吹入燒杯內，並蓋上玻璃片觀察。

(4)逐漸增加杯內的水量並以吹風機向杯內吹氣，觀察其變化。

3. 結果：

(1)由燒杯側面觀察，杯內水中有形如象鼻的管狀氣柱出現，上粗下細，外形酷似龍捲風。

(2)水面上的煙流向氣柱內，氣柱愈長則流入的速度愈快。

(3)吹入氣體後，氣柱的內徑增大。

(三) 探討溫度和濕度的關係

1. 器材：毛髮溫度計、透明塑膠袋、溫度計、吹風機、紙箱。

2. 方法：

(1)將濕度計和溫度計放入塑膠袋內，利用打氣筒充氣約七分滿，把袋口封閉，然後將其置於紙箱內。

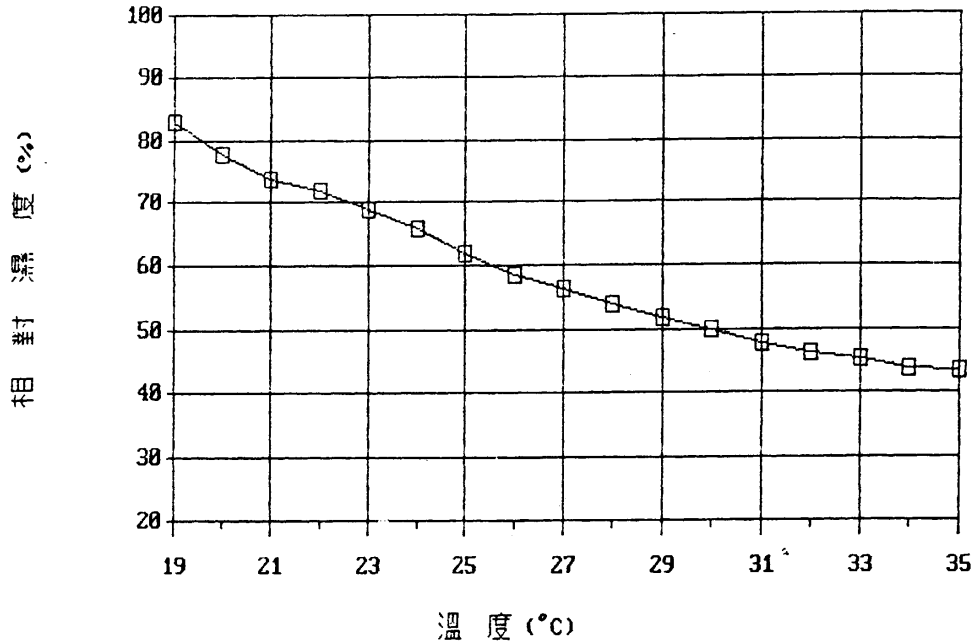
(2)以吹風機向紙箱內吹熱風加熱，使袋內溫度到達37°C左右。

(3)當袋內溫度降至35°C時，開始記錄冷卻過程中的溫度和濕

度。

(4)將結果利用個人電腦作圖。

3. 結果：



(四)氣溫和濕度的測定(略)

(五)探討氣溫、濕度、風速的關係(略)

(六)煙囪排煙與天氣現象的關係(略)

四、討論

(一)雲的形成實驗中，我們將空氣打入瓶內，對空氣作功，所以它的溫度上升，此時可容納的水汽較多，但是我們突然把夾子鬆開時，空氣體積膨脹而溫度降低，無法再保有這麼多水汽，於是凝結成小水滴而形成雲。此外，本實驗中，瓶內的空氣並非絕對乾淨，否則在未加入凝結核前；即使是過飽和狀態仍不會發生凝結的現象。

(二)在雲的觀測活動中，我們攝製得到十屬的基本雲形，分別為卷

雲、卷層雲、卷積雲、高層雲、高積雲、層積雲、層雲、雨層雲、積雲、積雨雲。每一種雲都有它的特殊性，但絕非一成不變，在一定的條件下，雲可以互相轉變，例如：淡積雲發展成濃積雲，再發展成積雨雲、卷層雲可降低成高層雲，而高層雲降低又變成為雨層雲。

(三)雲和天氣變化有很密切的關係，如果雲量增多，雲層降低則天氣即將變壞；反之，雲量減少，雲層升高則是天氣轉好的預兆。

(四)夜晚地面由於輻射冷卻，使得下層空氣達到飽和，所形成的霧稱為輻射霧，晴朗的晚間、雨後初晴最有利於它的形成。風速大小對輻射霧的形成影響甚大，如果完全無風，上下氣層的熱量不能交換，輻射冷卻侷限在貼近地面的一薄層空氣內，只能形成一層薄霧；但如風太大，地面冷空氣不斷被強風吹散，氣溫不會降低很多，很難達到過飽和狀態而成霧。

(五)平流霧的生成和空氣的水平流動有關，當暖濕空氣流經冷海面或冷陸地時，下層因接觸冷卻而飽和，很容易產生濃霧。

(六)我們利用自製的霧滴測定紙來測霧中之水滴的大小，測定之結果顯示其直徑均小於0.2mm。

(七)露是接觸到寒冷地面的一薄層空氣冷卻到露點以下，部分水汽冷凝所形成的。表(一)之結果相當於不同氣溫及濕度下的露點，此結果顯示：露點與氣溫若甚接近，則相對濕度甚高，或空氣甚潮濕；反之，若露點比氣溫低許多，則表示相對濕度低，或空氣乾燥。此外，本實驗採用吹風機加速蒸發，除了節省測定的時間，也可避免操作者直接吸入過量的試液；而使用丙酮作為試液的理由是它的揮發性較乙醇大且對人體的刺激性比乙醚小。(一般測定露點採用乙醇或乙醚)。

(八)空氣的露點如果在零度以下，水汽可直接昇華變成霜，深秋、冬季或早春，雨後初晴，最可能出現霜，但如果有風將無法成霜。

(九)霧、露、霜這三種天氣現象中，露是有益無害的，霜貽害農業

，而霧在交通、軍事、保健方面對人類的活動妨害甚大。露或霜的形成不需要凝結核，而霧則必須有凝結核的幫助才會形成，工業化的都市中，凝結核不虞匱乏，因此霧害特別嚴重。

(十)雪花是由微小的冰晶所組成，每個冰晶的形狀都由兩方面決定：一是形成時的溫度，二是空氣中水汽的含量。所有冰晶的不同形狀都是從六角形的基本式樣變化出來。

(十一)熱帶地區全年都可有海風發生，但在緯度較高的地方，則主要為夏季現象。台灣冬半年因為東北季風太強，所以海風只發生在夏半年。海風除可帶入水汽，易造成午後陣雨外，還可調節氣溫，使海岸附近的溫度不像內陸炎熱，日夜溫差也較小。

(十二)由於液體、氣體都是流體，具有共同的物理性質，例如都是由高壓處流向低壓處，因此水的漩渦可模擬為空氣的旋渦。在模擬颱風的實驗中，水的旋渦類似於颱風的旋渦，旋渦中心即為颱風眼，但與實際颱風的情形上下相反，亦即水面相當於颱風的底部而水底為颱風的頂部。另外，從紫色液的流動方向，可推知颱風的氣流有中心附近的垂直運動及在高空四散的水平運動，且地面的空氣垂直沿颱風眼的邊緣上升。

(十三)我們曾利用自製的乾濕球濕度計來測濕度，但反應不靈敏、效果不佳，經查文獻知空氣乾熱或風力微弱時，產生的誤差極大。

(十四)人體對於氣溫、濕度的感覺和反應，與風速有很大的關係。天氣燠熱時，一陣清風可以加速排除皮膚附近的濕熱空氣，有利汗水的蒸發而使人感覺涼爽；天氣寒冷時，如果風速較大，易將身體周圍已經加熱的一層空氣吹走，熱量損失增多，使人感到寒冷。

(十五)經過長期的觀測，並利用中央氣象局的資料，以電腦作圖分析之後我們發現：當天氣晴朗而日夜溫差大時，氣溫與濕度的關係較顯著，日間氣溫高時相對濕度低；夜間氣溫低時相對濕度高，而風速大時濕度低。如果是陰雨天或日夜溫差小時，則無明顯的關係存在。

(六)本次探討的過程中，我們總共設計了幾組可以應用在地球科學教學上的簡易裝置，主要項目有：

1. 簡易雲霧室：演示雲霧形成的原因。
2. 露點測定器：解釋露的成因並快速測定露點。
3. 海陸風演示箱：說明海風、陸風、山風及谷風的成因。
4. 颱風模擬機：解釋颱風的結構及演示龍捲風。

以上裝置適用於國中地球科學下冊第八章及第九章。

五、結論

(一)本作品討論熱的傳播與日常天氣現象的關係，應用物理、化學之理論，利用簡單之器材，分別演示雲、霧、露、霜、雪、海風、陸風、山風、谷風、颱風、龍捲風的形成，而實驗所使用之材料，取得容易，所設計之實驗裝置，操作簡便且效果顯著，可在課堂上作為教具使用。

(二)地球科學雖然是利用物理和化學來了解自然現象，但却由於所研究的現象相當複雜，因此無法在實驗室中將各個有關的因子，分別孤立，加以控制，逐一變化來研究分析，必須以大自然為實驗室才能成功地探究其奧妙。

六、參考資料

(一)戚啟勳編著：大氣科學，大中國圖書公司印行，民國七十二年一月。

(二)戚啟勳編著：雲與天氣，季風出版社出版，民國六十九年一月。

(三)陳國彥編著：中山自然科學大辭典，第六冊：地球科學，台灣商務印書館出版，民國六十二年十二月。

(四)國立編譯館主編：國中地球科學，下冊，國立編譯館出版，民國七十八年一月。

(五)國立台灣科學教育館彙編：歷屆中小學科學展覽優勝作品專輯。

評語

本作品由實驗模擬各種天氣現象，包括水相變化，輻射、對流、渦旋等熱力，流力、結晶學、熱傳導之過程，作者靈活運用不同的器材，控制壓力、溫度、凝結核，製造出類似觀察的天氣狀況，方法簡單有效，亦不受學門拘束，能夠出入於化學、機械、流力之間，抓住不少天象的特性。雖然如此，有些實驗的解釋還待商榷。例如，海陸風的模擬，以線香作為追跡劑，未曾考慮到香頭空氣加熱後的浮力效應，須重新探究原因，渦旋實驗手法相當細膩，所觀察到水壓梯度與速度關係，圓柱形狀等亦可遍用於颱風，龍捲風，利用錳酸鉀溶液為追跡劑，效果非常好，水面上洒硫粉計算渦流速度，結果亦有說明力。