

3.讓空氣中的水氣達到飽和的兩種方式：增加 水氣、降低 溫度。

4.相對溼度的定義：在一定溫度下

$$\text{相對溼度} = \frac{\text{實際水汽壓}}{\text{飽和水汽壓}} \times 100\%$$

一般而言

相對溼度接近 100%時，感覺 潮溼。

相對溼度低於 50%，則會感覺 乾燥。

相對溼度在 70%左右，人體感覺最為 舒適。

例：A 點的水氣未飽和狀態：溫度 27°C，水氣量 15 g/m<sup>3</sup>

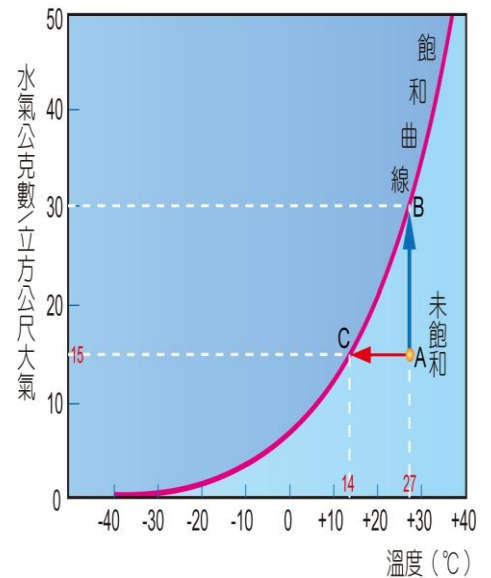
(1) A 點的相對溼度 = ?

$$\frac{15}{30} \times 100\% = 50\%$$

(2) 實際水氣量不變，溫度愈高則相對溼度愈？ 低

(3) A 點的露點溫度？ 14°C

(4) 水氣含量愈多，露點溫度愈？ 高 (可逆)



5.舒適度指數：不同濕度下，人體感覺的溫度。

相對濕度 (%) \ 舒適指數 (°C)	56	60	70	80	90	100
26	26.4	27.0	28.4	28.9	29.9	31.3
28	29.1	29.9	31.6	32.9	34.8	37.3
30	33.0	33.3	35.3	37.9	41.1	
32	35.2	37.3	40.5	44.3	49.1	
34	39.5	42.8	47.5	53.2		
36	44.3	49.2	55.1			

中央氣象局發布的舒適度指數就是根據溫度與溼度的變化，經過換算所得的結果

舒適度指數 CI (Comfort Index)

溫溼指數 THI (Temperature Humidity Index)

區分為 6 種不同等級的感受

舒適度指數 THI	10 以下	11~15	16~19	20~26	27~30	27~30
舒適感	非常寒冷	寒冷	稍有寒意	舒適	悶熱	易中暑

## (二) 凝結

1. 水氣凝結的條件有哪些？

(1) 水氣達到 飽和 (人造雨：灑乾冰以降溫)

(2) 提供 凝結核 (人造雨：燃燒碘化銀)

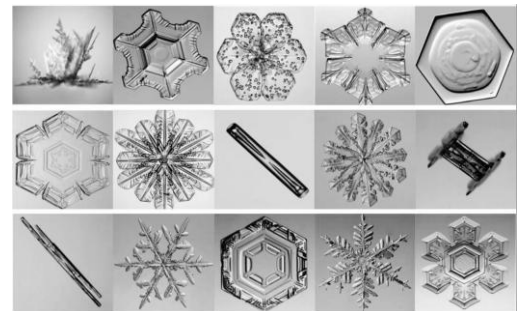
包括飄浮在空氣中的微粒、鹽粒、塵埃、灰燼、火山灰、花粉等)

2. 過冷水：

當溫度降至 0°C 以下，在缺乏 冰晶 凝結核的狀態下，水可能低於 0°C 但仍未結冰這種低於冰點的水謂之過冷水。

※冰晶凝結核可以是微小的 冰晶 或 懸浮物。

微小的冰晶撞黏而形成 雪花。



3. 雲、霧、霜、露：

均為水氣達飽和

凝結成液態的 水滴 或變成固態 冰晶 的現象。

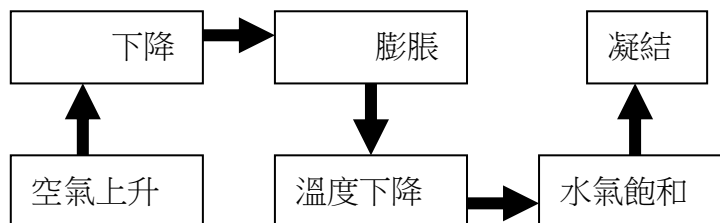
(1) 雲：高空所凝結的小水滴或 冰晶。

霧：\_\_\_\_\_。

※ { 霧：水氣 多 (能見度不及一公里)  
 靄：水氣 少 (能見度大於一公里小於十公里)  
 山嵐：山中的霧

※成霧的方式：

a. 升坡霧 (絕熱 膨脹 冷卻) (P↓V↑, T↓)

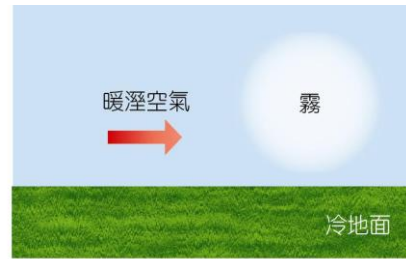
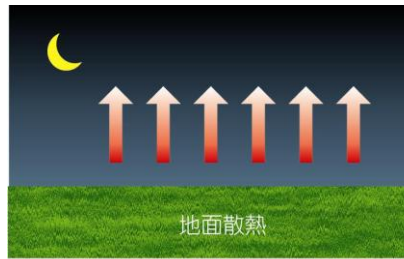


b. 輻射霧 (輻射冷卻)

地面 夜晚 散熱降溫 ( 輻射冷卻 ) 所致。

無雲 夜晚，輻射冷卻效應顯著，易形成此形式，白天受熱後 易 消散。

例如：在嘉義地區，冬天夜晚會因強烈的輻射冷卻，在 清晨 時出現輻射霧。



c. 平流霧 (平流冷卻)

暖溼空氣水平流動到較冷的地面或海面降溫，  
(接觸冷卻、混合冷卻)所致。

(2) 露：地面冷物體表面所凝結的水滴。

霜：.....冰晶。

(3) 雨：高空落下的水滴。

雪：.....冰晶。

※雨的形成

a. 自然凝結 → 不易！顆粒極小，排斥力(表面張力) > 結合力

b. 碰撞 → { 小雲滴互相碰撞的過程中  
有些因為排斥力而再度彈開  
有些可順利結合形成較大的水滴

c. 結合 → 雨滴快速下降遇到小雨滴，結合成為更大雨滴。

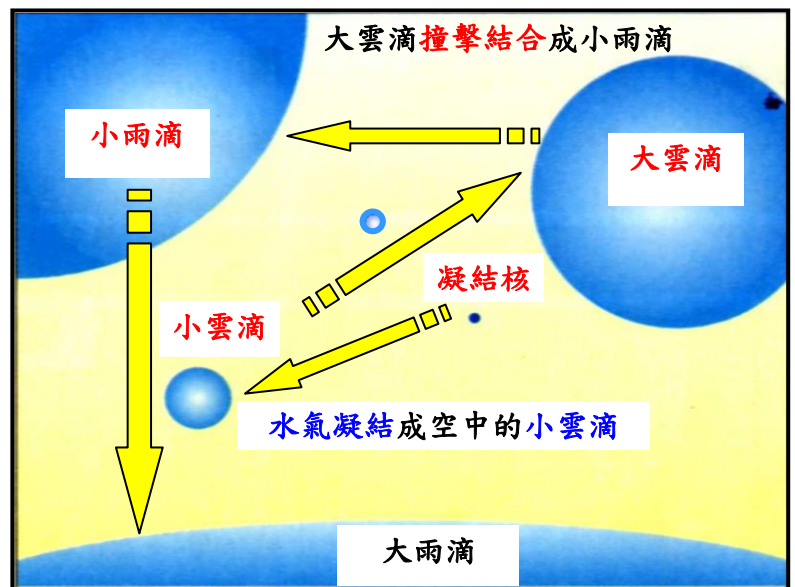
凝結核：0.2 μ m

雲滴：20 μ m

雨滴：2000 μ m = 2 mm

(μ m = 10<sup>-6</sup> m)

直徑2mm以下難成雨



### 範例練習

- ( A ) 1. 臺灣若乾旱過久，會在適當的氣象條件下，由空軍人員駕駛飛機在雲中灑下大量乾冰，實施人造雨，這是因乾冰迅速昇華時形成何種特性使水氣凝結？ (A)降低溫度 (B)增加水氣量 (C)增加體積 (D)成為凝結核。

解題要訣：從固態昇華成氣態會吸熱，促使周圍大氣溫度降低，才能使水氣飽和凝結。

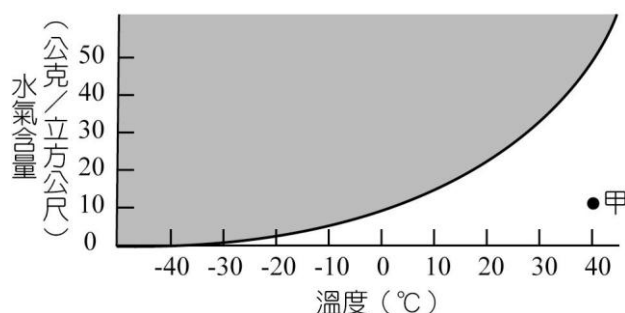
- ( D ) 2. 嘉南平原的輻射霧一般較易發生在 (A)春季 (B)夏季 (C)秋季 (D)冬季。

解題要訣：輻射霧的形成是地面夜晚散熱降溫所致。嘉南平原在冬天夜晚時，輻射冷卻快速，易形成此種輻射霧。

- ( D ) 3. 溫度需低於 0°C 才能形成的是 (A)雲 (B)霧 (C)露 (D)霜。

解題要訣：此四選項只有「霜」不是液態水所組成，一定得在 0°C 以下的環境形成。

- ( B ) 4. 下圖之粗黑曲線代表空氣中所含水氣的飽和曲線，試問下圖甲點空氣的相對溼度較接近下列哪一百分比？ (A)10% (B)20% (C)30% (D)40% (E)50%。



解題要訣：氣溫為 40 度時，飽和水氣含量為 50 公克/立方公尺，甲點水氣含量為 10 公克/立方公尺， $10/50 \times 100\% = 20\%$ 。

- ( D ) 5. 下列敘述何者正確？ (A)溫度愈高，空氣愈容易飽和 (B)空氣愈接近飽和，水愈容易蒸發 (C)空氣達到飽和，則愈乾淨的空氣愈容易凝結 (D)水氣供應愈多，空氣愈容易飽和。

解題要訣：乾淨的空氣因缺乏讓水附著之顆粒，反而不易凝結，需過飽和可能凝結。

### 【單元練習】

- ( B ) 1. 三、四月間可能會造成金門機場連續數日關閉的原因為 (A)生成輻射霧 (B)生成平流霧 (C)颱風侵襲 (D)沙塵暴影響。

【解析】三、四月正值冬末春初，因南來的暖溼空氣易形成平流霧。

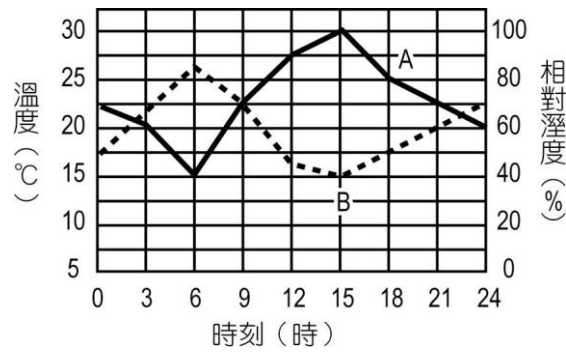
- ( B ) 2. 若空氣已達飽和，但水氣並未凝結形成水滴，可能原因是 (A)空氣的溫度太高 (B)空氣中缺乏凝結核 (C)風速微弱，水氣供應不足 (D)氣壓太低。

【解析】水氣凝結條件：(1)水氣飽和；(2)要有凝結核。

- ( A ) 3. 有時打開冰箱，見到一團霧氣衝出，其成因為何？ (A)冰箱外空氣中的水氣，遇到從冰箱衝出的冷空氣而凝結成霧 (B)冰箱中相對溼度較高的空氣，與冰箱外溼度較低的空氣混合凝結成霧 (C)開冰箱時，冰箱內的空氣衝出，體積膨脹，氣溫下降，水氣凝結 (D)霧氣原本就存在冰箱內，打開冰箱才看到。

【解析】(A)冰箱外的空氣水氣多，接觸冷空氣後凝結成小水滴。(B)冰箱內外水氣混合並不一定造成凝結，需降溫才有可能使水氣飽和而凝結。(C)冰箱內外沒有氣壓差造成膨脹冷卻。

※下圖是一天中每間隔三小時測得溫度與溼度的關係曲線，依圖回答 4.~6.題：



- ( B ) 4. A、B 曲線之中，何者是相對溼度的曲線？ (A)A (B)B (C)數據不足，無法判斷。

【解析】A 曲線顯示清晨數值最低，午後 2-3 時數值最高，故此曲線為氣溫。

- ( A ) 5. 這一天為何氣溫與溼度有呈相反的趨勢？（設空氣中實際水氣量不變） (A)溫度上升，飽和水氣量變大，溼度降低 (B)溫度上升，飽和水氣量變小，溼度降低 (C)溫度上升，飽和水氣量變大，溼度升高 (D)溫度下降，飽和水氣量變大，溼度升高 (E)溫度下降，飽和水氣量變小，溼度不變。

【解析】溫度愈高，飽和水氣量愈大，相對溼度愈低。若水氣量不增加，溫度與溼度呈相反趨勢。

- ( B ) 6. 這一天中 0 時、9 時、21 時何時有最高的露點溫度？ (A)0 時 (B)9 時 (C)21 時。

【解析】這一天 0 時、9 時、21 時，氣溫均為 22.5°C，飽和水氣量均相同。但又知 9 時溼度最大，即含實際水氣量較大。氣溫相同時，水氣量愈大，則露點愈高。

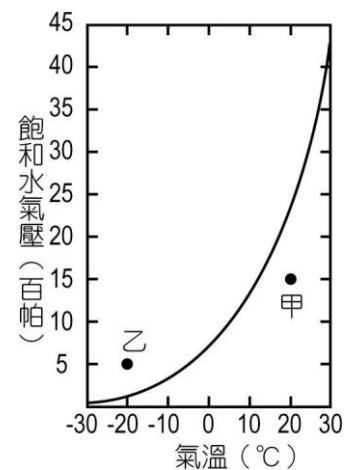
※飽和水氣壓曲線如右圖，試依圖回答 7.~8.題：

- ( C ) 7. 甲點的相對溼度約為 (A)45% (B)50% (C)65% (D)75%。

【解析】甲實際水氣壓約為 15 百帕，該溫下的飽和水氣壓約為 23 百帕，故相對溼度 =  $15/23 = 65\%$ 。

- ( C ) 8. 關於乙點的敘述，何者正確？ (A)溫度為冰點 (0°C) 以下，故空氣中沒有水氣 (B)空氣溫度很低，空氣中的水全部以固態存在 (C)當溫度上升為 -1°C 時，冰晶已全部昇華為水氣 (D)空氣尚未達到飽和。

【解析】(A)(B)不論在何種氣溫下，地面大氣中一定有水氣，只是多少不同，不會只有水或冰。(D)乙在飽和曲線以上，故已達飽和了。



## 7-2 大氣運動

由於海陸分布不均、地形起伏、日夜變化、季節變化等各種因素，各地地表受熱不均造成溫度差異，導致大氣的對流現象。

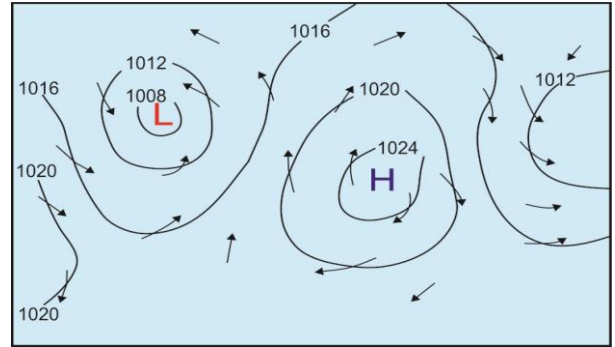
### 一、氣壓與風（空氣的水平運動）

風向：指風的 來向。

（風由高壓處流向低壓處）

例如：東風指的是來自 東邊 來的風。

海風指的是來自 海上 來的風。



#### ※影響空氣水平運動（風向）的因素

- 水平氣壓梯度力（等壓線愈 密 氣壓梯度力愈 大）
- 科氏力（地轉偏向力）（北半球偏 右）
- 摩擦力（1000 公尺高空以上可忽略）

※溫故知新



#### ※空氣水平運動的推導步驟

- 忽略科氏力（位於 赤道 的氣流）
- 忽略摩擦力（位於 高空 的氣流）
- 近地面的風（三個因素均考慮）

#### （一）忽略科氏力

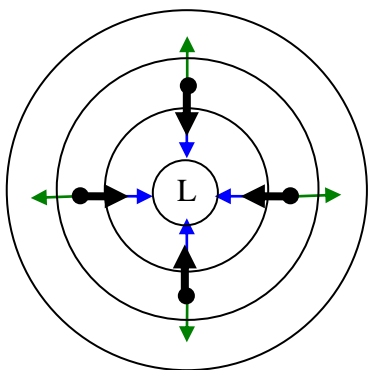
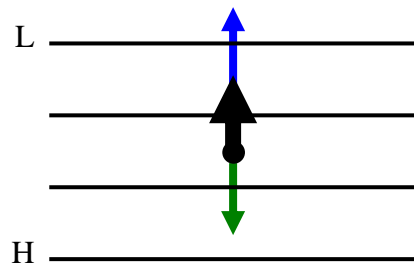
氣壓梯度力：藍 色

科氏力：紅 色

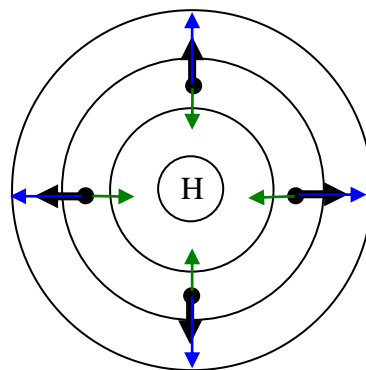
摩擦力：綠 色

風：黑 色

近地面的風：桃紅 色



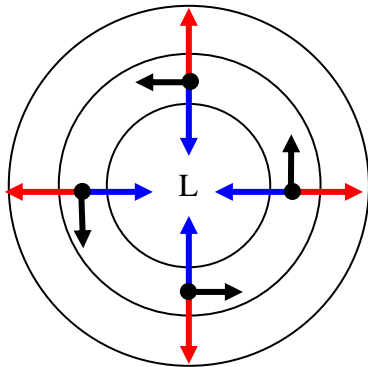
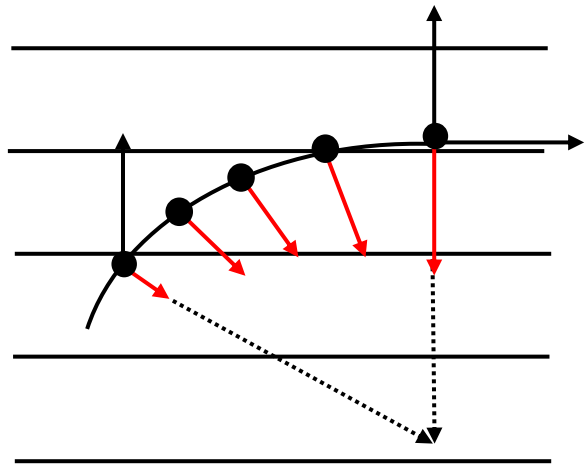
上升氣流，輻合  
低壓中心  
形成陰雨天氣



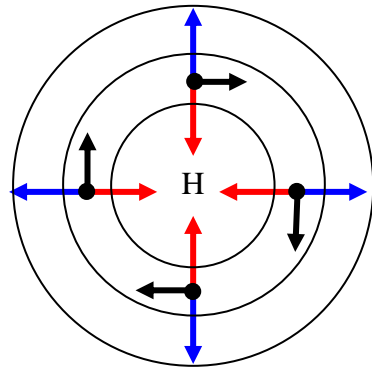
下降氣流，輻散  
高壓中心  
形成晴朗天氣

(二) 忽略摩擦力

北半球地轉風 ( 高空 的風 )  
 : 平行 等壓線的風

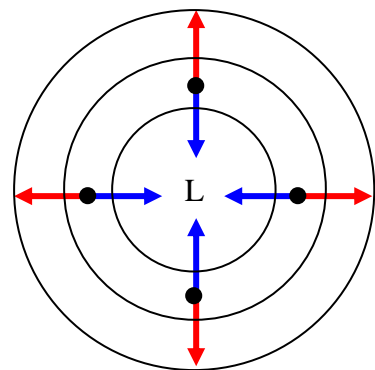
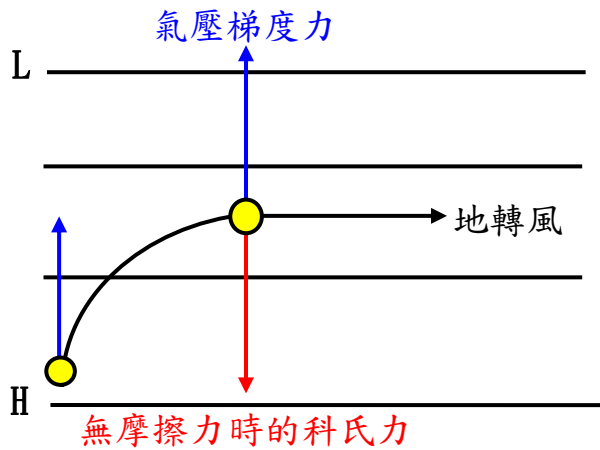


北半球低壓中心地轉風  
 為 逆 時鐘方向

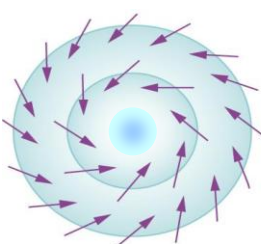


北半球高壓中心地轉風  
 為 順 時鐘方向

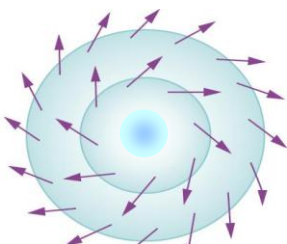
(三) 北半球近地面的風



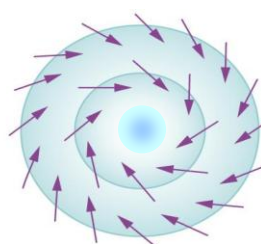
- 甲—風向為 逆 時鐘、輻合，此為 北 半球 低 壓中心。
- 乙—風向為 順 時鐘、輻散，此為 北 半球 高 壓中心。
- 丙—風向為 順 時鐘、輻合，此為 南 半球 低 壓中心。
- 丁—風向為 逆 時鐘、輻散，此為 南 半球 高 壓中心。



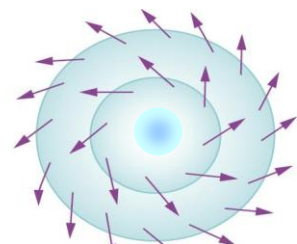
甲



乙



丙



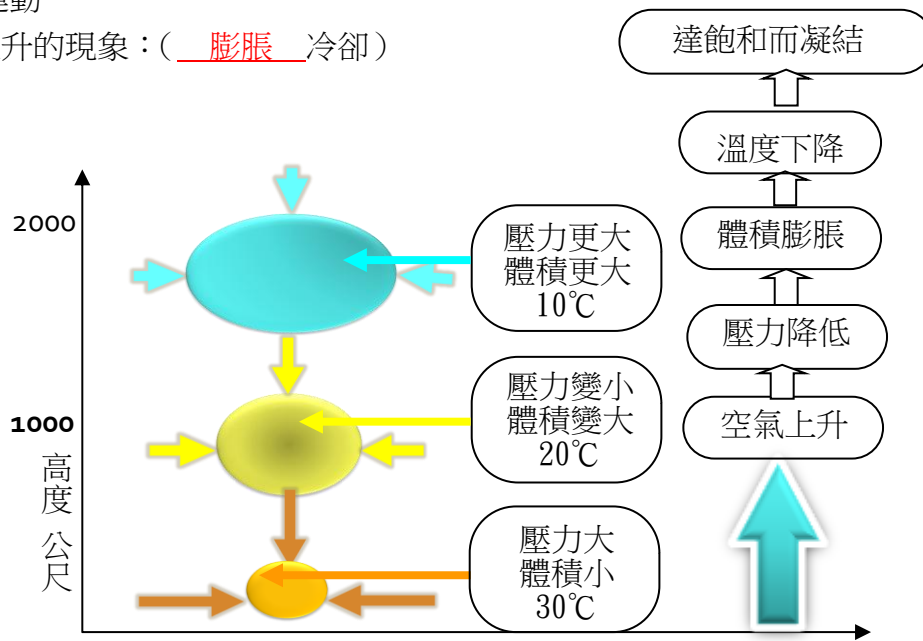
丁



## 二、空氣的垂直運動

### (一) 上升運動

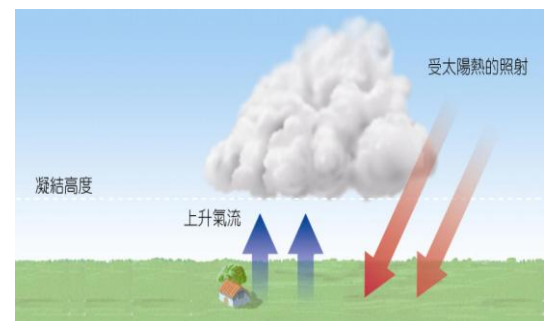
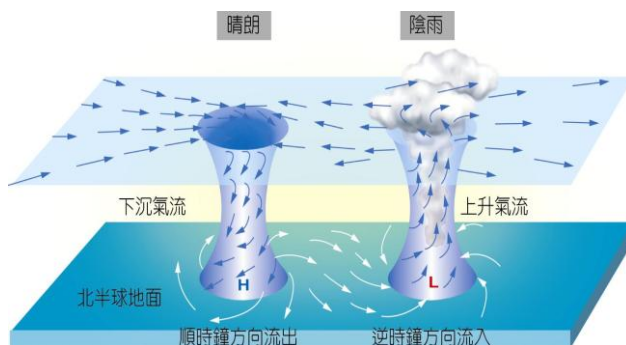
1. 空氣上升的現象：( 膨脹 冷卻 )



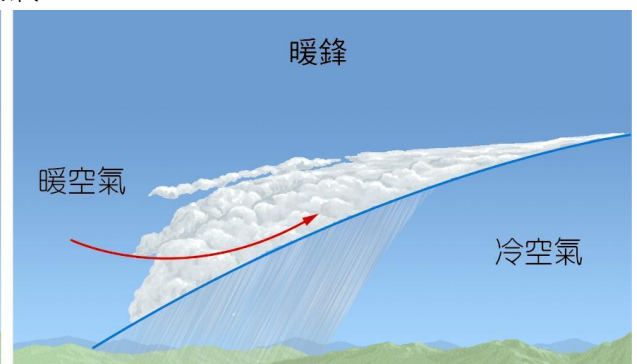
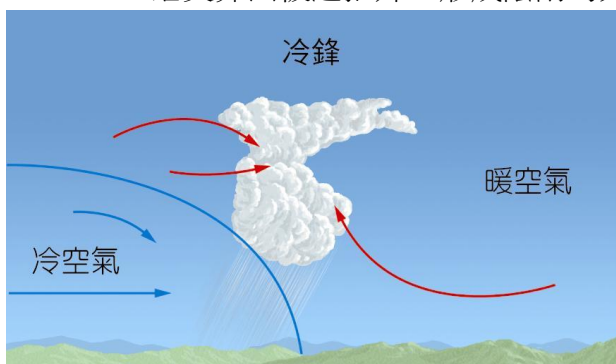
2. 空氣上升的原因

(1) 地面 低壓 空氣輻合：如 颱風、龍捲風、溫帶低壓、熱帶低壓 (TD)。

(2) 地面加熱：地面的空氣受到較溫暖的地表或海面加熱，密度變 小 而產生強烈的 上升 氣流，造成 對流 雲系發展而降雨。  
如夏季午後 雷陣雨。



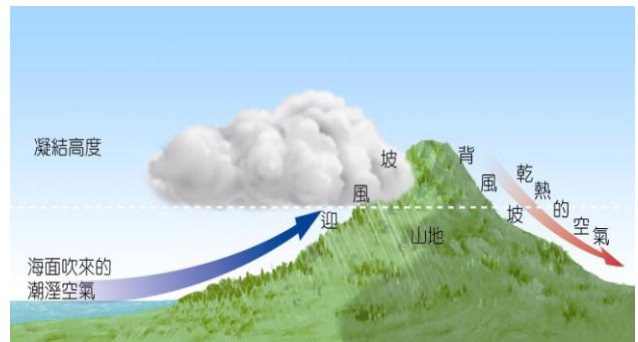
(3) 鋒面：冷暖氣團交會時，密度較 小 的暖空氣，沿交界面被迫抬升，形成陰雨的天氣。



冷鋒過境：氣溫 下降  
氣壓 上升  
風向 改變  
下陣雨 (鋒 後)

暖鋒過境：氣溫 上升  
氣壓 下降  
風向 改變  
連綿細雨 (鋒 前)

(4) 地形：氣流在迎風坡順著地勢抬升，在迎風面成雲致雨。



(二) 下沉運動

1. 空氣下降時溫度的變化

下沉乾空氣被壓縮而增溫，天氣多為晴朗無雲。

每下降 1 公里增溫10 °C

※空氣上升時溫度的變化

〈未飽和〉乾絕熱直減率：每上升 1 公里降溫10 °C

〈飽和〉濕絕熱直減率：下對流層每上升 1 公里降溫4 °C 至 5 °C

中對流層每上升 1 公里降溫6 °C 至 7 °C

上對流層每上升 1 公里降溫10 °C 〈水氣含量少〉

2. 焚風：因下沉的增溫 速率大於上升的減溫 速率，

當氣流抵達背風 面時的溫度會比迎風面 氣溫高 出許多，形成一股乾熱的風。



3. 焚風在臺灣俗稱火燒風。

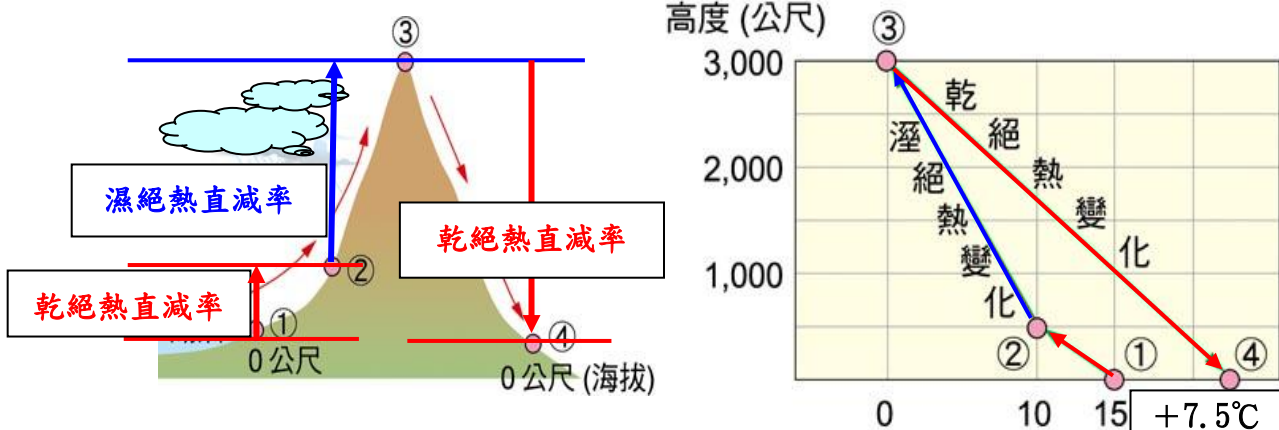
焚風易造成農作物和林木乾枯，也易引起森林火災。

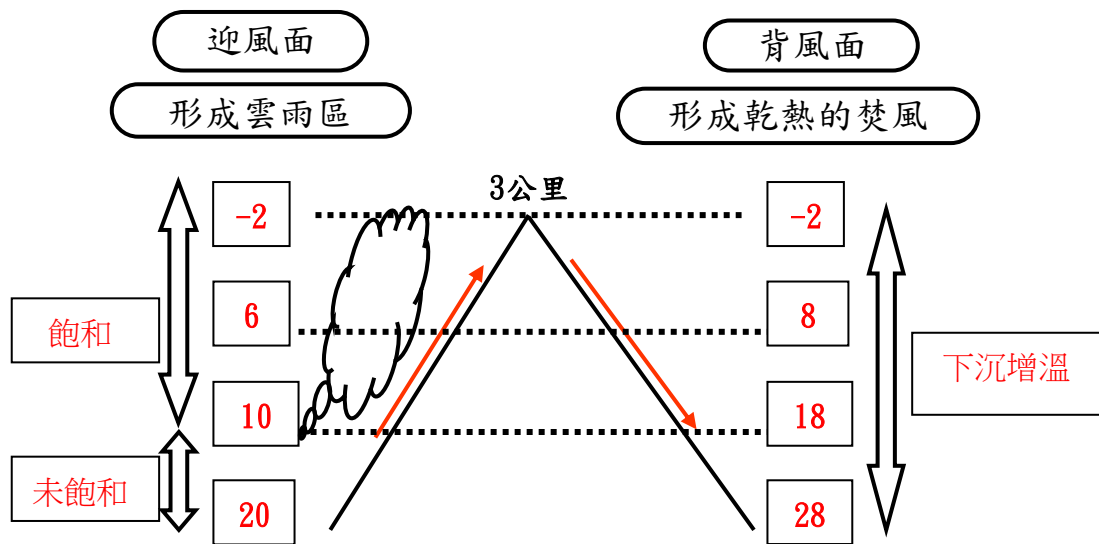
※焚風效應：(乾絕熱)水氣未飽和的氣溫遞減率為 10°C/km

(濕絕熱)水氣飽和的氣溫遞減率平均為 5°C/km

乾 絕熱直減率 > 濕 絕熱直減率

這種山地背風坡溫度異常升高的現象稱為焚風效應。



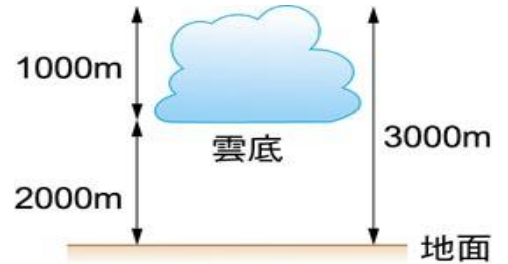


※歷屆試題：

假設水氣飽和與未飽和的空氣塊上升時，不與外在環境交換能量，則其溫度隨高度之遞減率分別為  $5^{\circ}\text{C}/\text{km}$  與  $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 。某地地面空氣溫度是  $26^{\circ}\text{C}$ ，假設空氣塊自地面上升而形成積雲，積雲雲底離地面約 2000 公尺，且雲頂離地面超過 3 公里，則該地上空 3000 公尺高處的雲中溫度大約是多少？

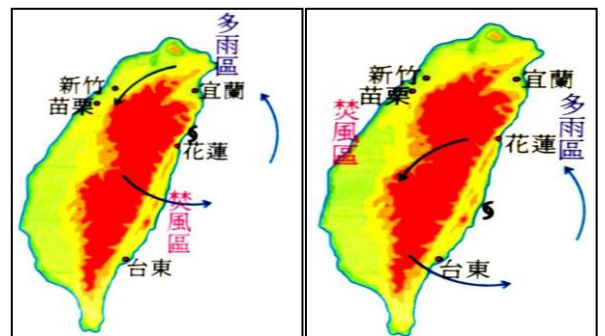
- (A)  $-4^{\circ}\text{C}$  (B)  $1^{\circ}\text{C}$  (C)  $6^{\circ}\text{C}$  (D)  $15^{\circ}\text{C}$  (E)  $26^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned}
 T &= 26^{\circ}\text{C} - 2 \times 10^{\circ}\text{C} - 1 \times 5^{\circ}\text{C} \\
 &= 26^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} \\
 &= 1^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

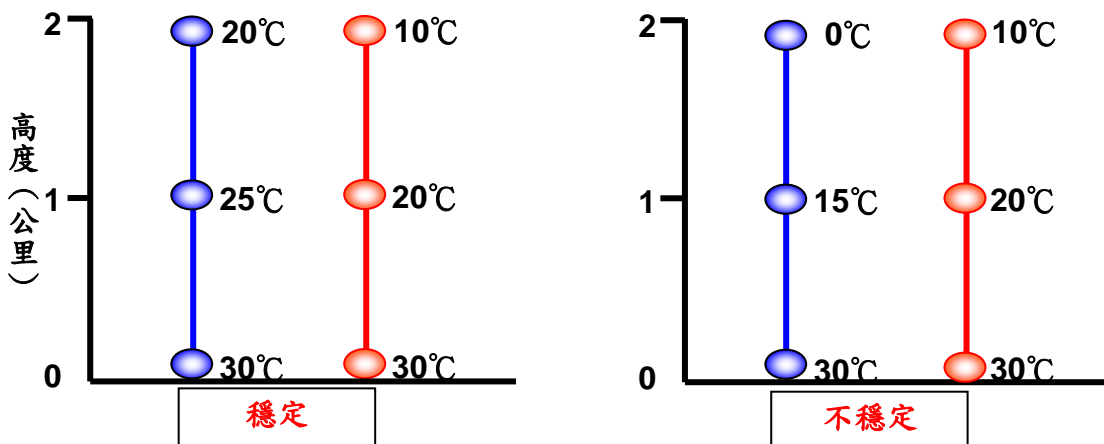


4. 颱風中心位置不同時，對風力及降雨大小的影響

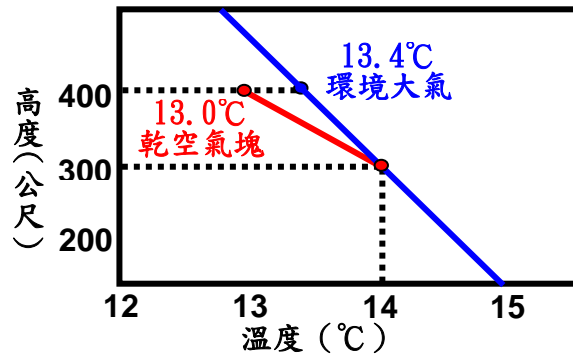
- (1) 颱風在花蓮以北登陸  
迎風面的宜蘭地區，將富於雲雨。  
而背風面的臺東地區常產生焚風。
- (2) 颱風在花蓮以南登陸  
迎風面的花蓮、宜蘭地區，將富於雲雨。  
背風面的苗栗、新竹地區常產生焚風。



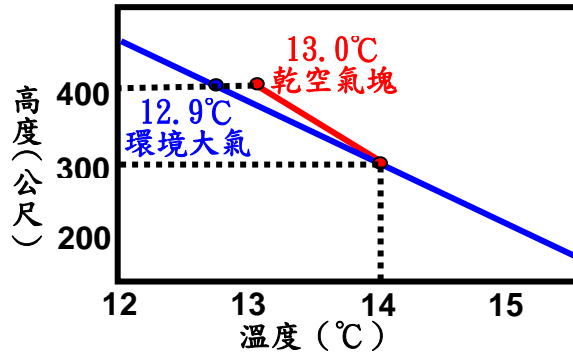
5. 大氣的穩定度：比較 { 環境大氣溫度直減率 } 決定大氣的穩定度  
{ 乾空氣塊溫度直減率 }



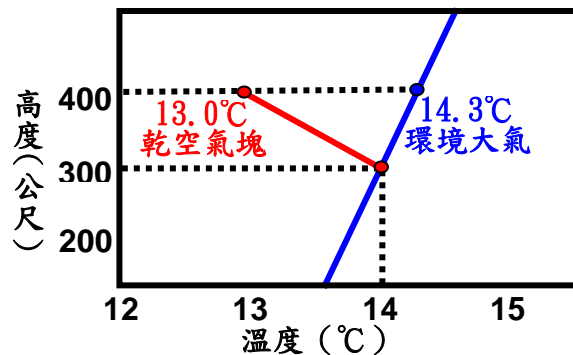
(1) 輕度 穩定：產生 層狀 雲



(2) 不穩定 大氣：產生 對流性 雲



(3) (逆溫) 很穩定：產生 層狀 雲



### 三、海陸風與季風

海陸因 比熱 不同，造成溫度上的差異，常在海陸交界處發生區域性的環流系統。

小 尺度：十公里為 海陸 風。

大 尺度：數千公里為 季 風。

#### (一) 海陸風

1. 尺度較 小，約在海陸交界附近數公里處，一日 內之變化。

2. 成因：海陸對熱量的反應不同，

陸地比熱 小，溫度變化大；

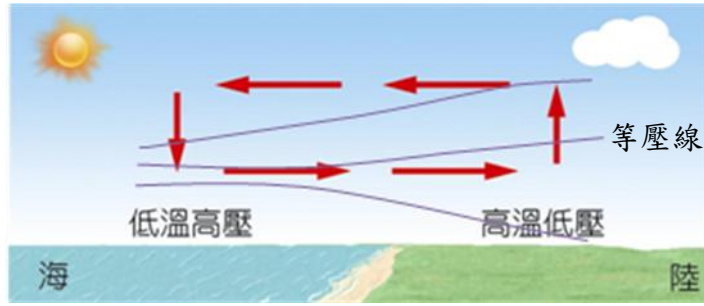
海洋比熱 大，溫度變化小。

#### (1) 白天：

a. 太陽的輻射熱使陸地與海洋的表面溫度都 升高。

但陸地的比熱較 小，所以溫度升高較 多，造成陸地溫度 高 於海水溫度。

b. 陸地上的氣壓值較 小，使空氣由海面向陸地吹，形成 海 風。

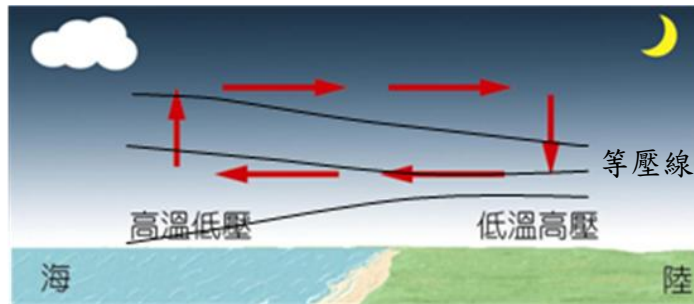


(2) 晚上：

a. 地表面輻射冷卻使陸地與海洋的表面溫度都降低。

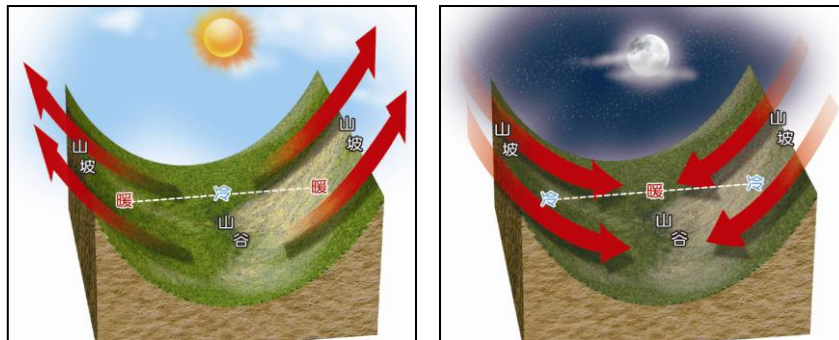
但陸地的比熱較小，所以溫度降低較多，造成陸地溫度低於海水溫度。

b. 陸地上的氣壓值較大，使空氣由陸地向海面吹，形成陸風。



※白天：山坡較空氣易加熱！山坡溫度較高，密度較低。

※晚上：山坡較空氣散熱較快！山坡溫度較低，密度較高。

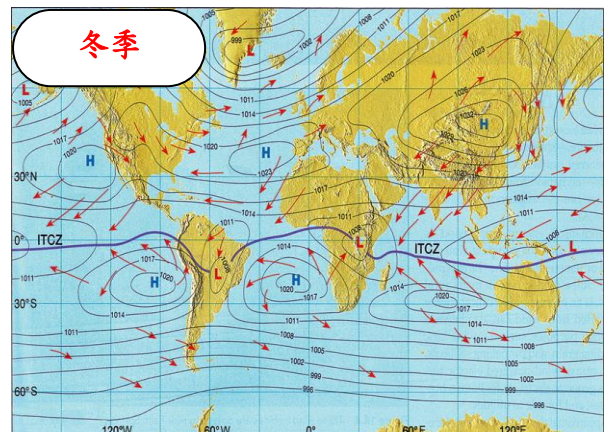
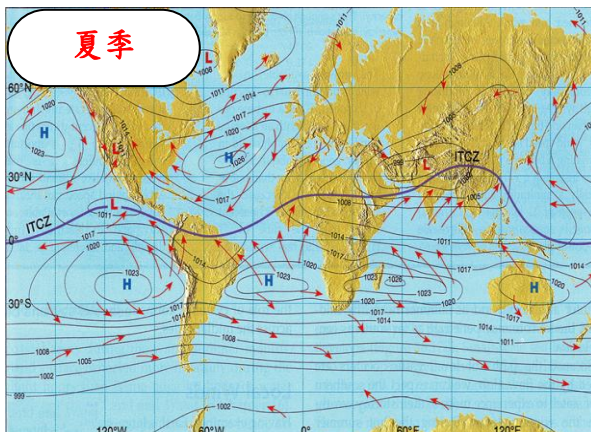


## (二) 季風

1. 尺度大，可達數千公里，一年內之變化。

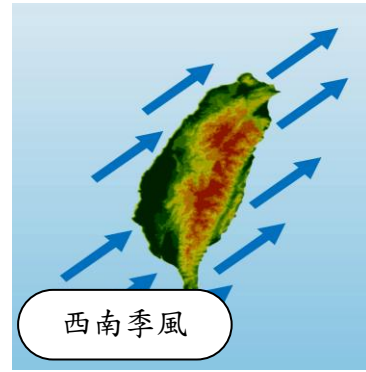
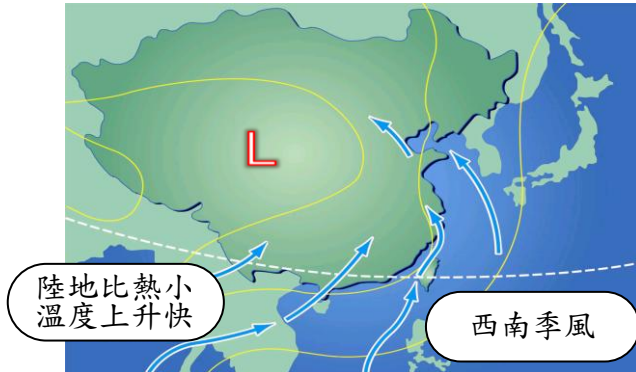
2. 成因：海陸對熱量的反應不同，  
陸地比熱小，溫度變化大；  
海洋比熱大，溫度變化小。

3. 臺灣屬於東亞季風區：位於歐亞大陸與太平洋之間。



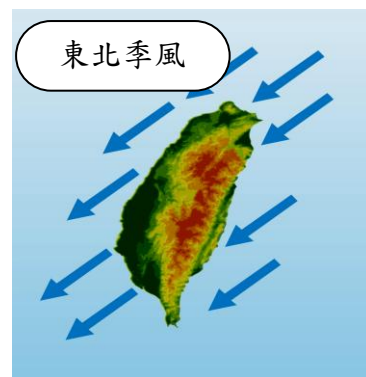
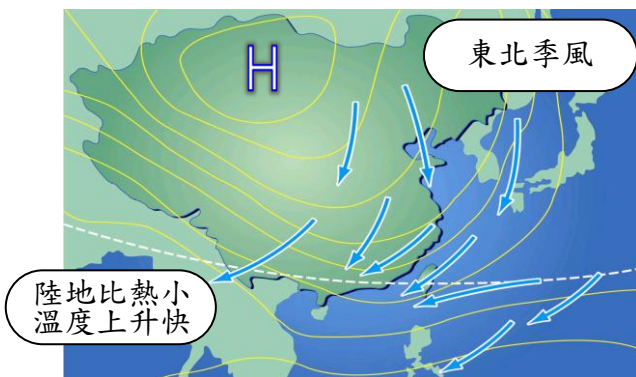
(1) 夏季：

- a. 北半球太陽輻射較強，亞洲大陸因比熱較小而快速增溫，在青藏高原（亞洲內陸）一帶形成低壓中心。
- b. 北半球低壓區氣流方向為逆時鐘。
- c. 臺灣盛行西南季風，屬於暖溼的氣候型態。  
富含水氣的西南氣流受到地面加熱與山區地形抬升對流旺盛易形成積雨雲。  
致使臺灣西部山區易發生夏季午後雷陣雨。



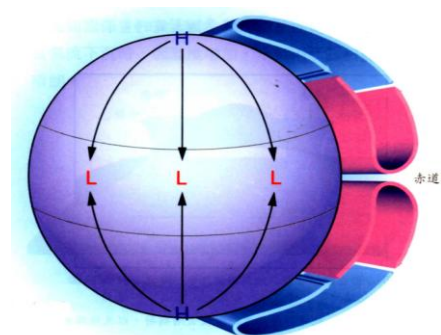
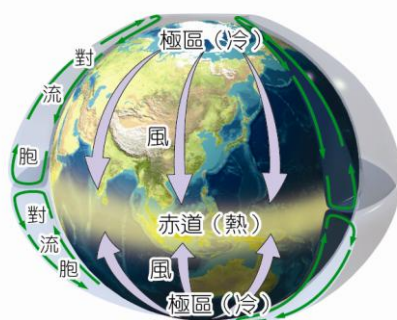
(2) 冬季：

- a. 北半球太陽輻射減弱，陸地降溫速率大於海洋，在西伯利亞一帶形成大陸高氣壓。
- b. 高壓區周圍空氣以順時鐘方向流出。
- c. 臺灣盛行東北季風，多為乾冷的天氣。  
受地形影響，北部及東部於迎風面易下地形雨故冬季潮溼多雨。  
南部背風面受中央山脈屏障，天氣晴朗且乾燥。



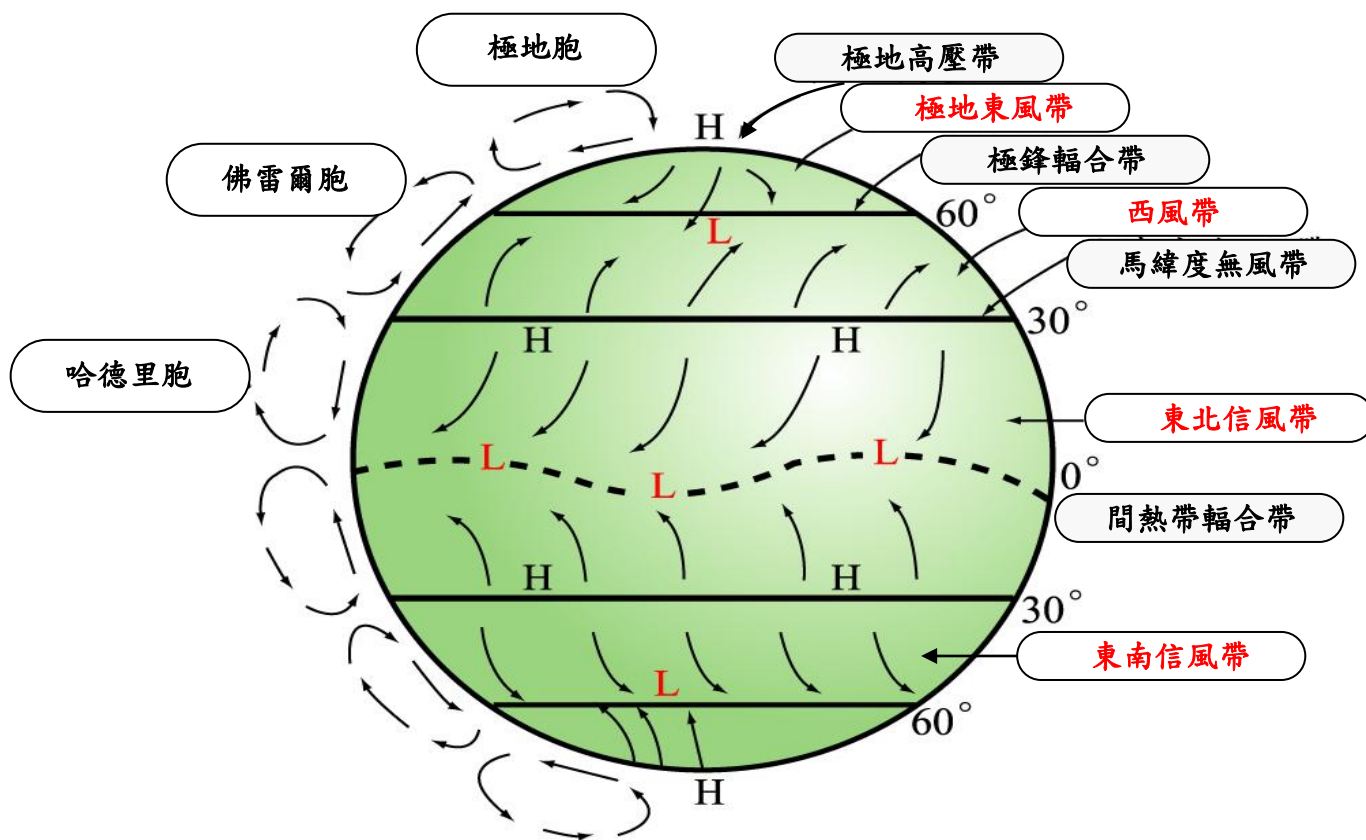
(三) 大氣環流（超大尺度）

- 1. 十八世紀時科學家最早使用對流來解釋全球的大氣環流  
空氣在赤道上升，在極區下沉稱為單胞環流。



2.經過驗證，全球的大氣環流需以南、北半球各三個對流胞來解釋較為恰當。

哈德里胞、佛雷爾胞、極地胞  
三胞環流在海陸複雜的地區並不適用。



### 範例練習

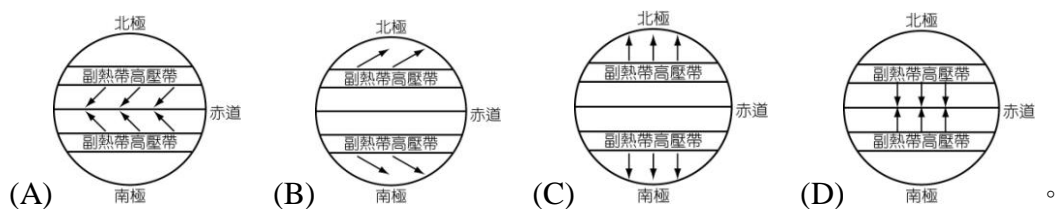
( C ) 1. 空氣的下坡運動將會有何變化？ (A)增加空氣的水氣含量 (B)增加生霧的趨勢 (C)減低空氣的溼度 (D)平流霧延續較久。

解題要訣：下沉增溫使水氣蒸發，相對濕度因此降低。

( A ) 2. 有關夏季臺灣的季風，正確的敘述不包含下列哪一項？ (A)歐亞大陸升溫小於太平洋海域 (B)大陸地區為低壓區 (C)海洋上形成了太平洋高壓區 (D)此時季風為西南季風。

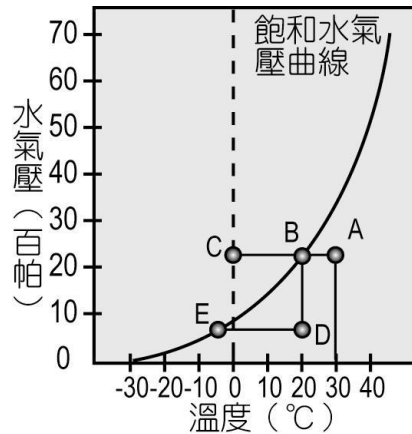
解題要訣：陸地比熱小，夏季陽光加熱下增溫明顯。

( A ) 3. 下列何圖是信風帶風吹的方式？



解題要訣：信風帶位於0°~30°之間，受科氏力影響，北半球為東北信風，南半球為東南信風。

※下圖為溫度與空氣中水氣含量的關係圖，試根據此圖，回答 4.~5.題：



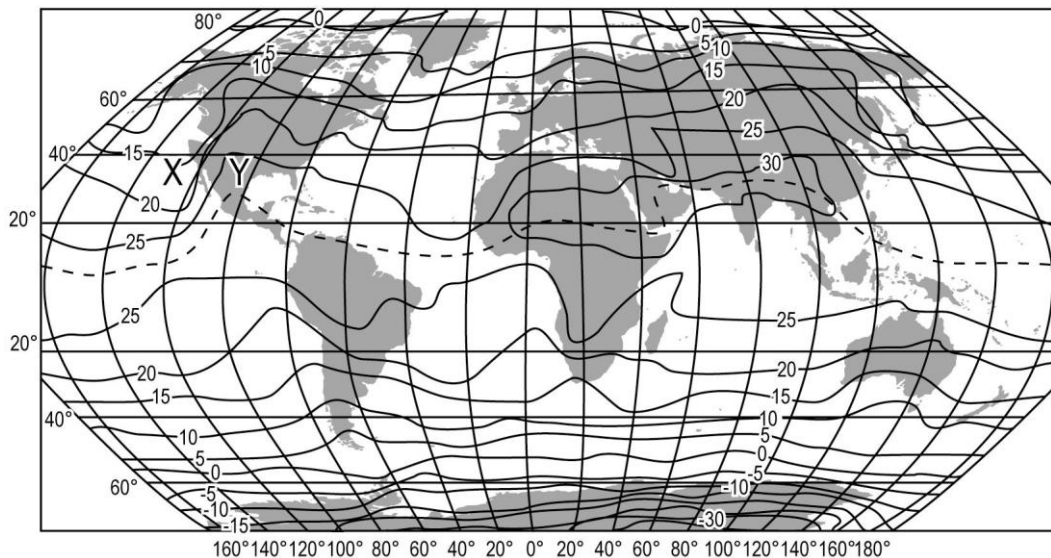
- ( A ) 4. 欲使 A 處空氣中的水氣凝結成霧，需使此空氣塊的狀態達到圖中的哪一點？  
 (A)B (B)C (C)D (D)E。

解題要訣：水氣凝結成霧需降溫達飽和且在 $0^{\circ}\text{C}$ ，圖中B點符合。

- ( B ) 5. 承上題，欲使該空氣塊中的水氣凍結成冰晶，需使此空氣塊的狀態達到圖中哪一點？  
 (A)B (B)C (C)D (D)E。

解題要訣：要成為固態，需降至 $0^{\circ}\text{C}$ 。

※下圖為地球表面某月之平均氣溫分布圖，依圖回答 6.~8.題：



- ( B ) 6. 此時較可能是下列哪一個月份？ (A)一月 (B)七月。

解題要訣：本圖北半球溫度較高，故較可能為七月份。

- ( B ) 7. 緯度 $40^{\circ}$ 附近X、Y兩處溫度關係如何？ (A) $X=Y$  (B) $X<Y$  (C) $X>Y$ 。

解題要訣：X在海洋上，Y在內陸，此時陸溫高於海溫。

- ( B ) 8. X 與 Y 溫度差異的可能原因：甲、暖流通過；乙、海陸性質不同；丙、日照角度不同。正確的敘述是 (A)僅有甲 (B)僅有乙 (C)僅有丙 (D)甲、乙 (E)甲、丙 (F)乙、丙。

解題要訣：北太平洋洋流系統為順時針方向流動，本區為加利福尼亞涼流。X、Y同緯度，日照條件相同。



## 【單元練習】

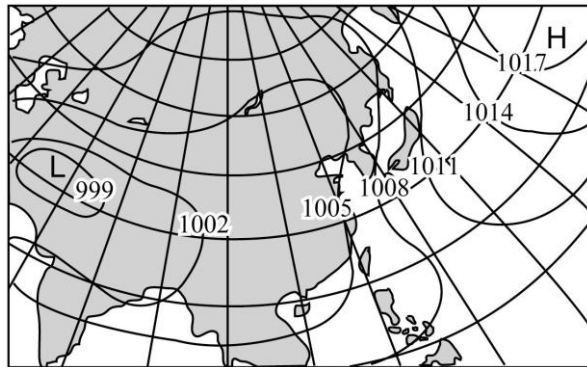
- ( B ) 1. 有關「焚風」之敘述，下列何者正確？ (A)潮溼氣流受高山阻擋而抬升，在背風面成雲降雨 (B)氣流在凝結降水後變成乾燥的空氣，在背風面下降時增溫 (C)飽和溼空氣上升 100 公尺下降  $1^{\circ}\text{C}$ ，乾空氣下降 100 公尺上升  $0.6^{\circ}\text{C}$  (D)當颱風自臺灣東南而來時，臺東易造成焚風。

【解析】迎風面已降水，故於背風面為乾燥空氣，加上下沉增溫效應，所以是既熱且乾的焚風。( D ) 颱風即將在宜蘭到花蓮之間登陸時，臺東位於背風面，易造成焚風。

- ( B ) 2. 全球最冷和最熱的地方應出現於何處？ (A)都出現在海洋 (B)都出現在大陸 (C)最冷在海洋、最熱在大陸出現 (D)最冷在大陸、最熱在海洋出現。

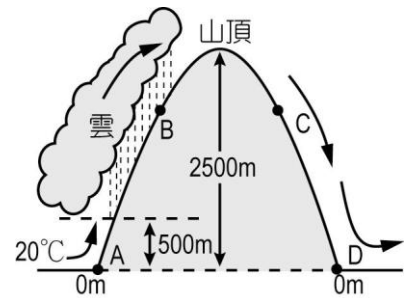
【解析】因陸地比熱小，所以對熱量反應會呈現明顯的溫度變化，所以全球最冷和最熱的地方都出現在大陸。

- ( A ) 3. 下圖為東亞地區某季節平均海平面氣壓分布情形，下列敘述何者不正確？ (A)此圖為冬季時的氣壓分布情形 (B)圖中等壓線分布稀疏，代表東亞地區平均風速不大 (C)陸地與海面空氣之密度、氣溫及氣壓不同，主要是比熱差異所致 (D)大陸地區因溫度較海面高而形成低壓區。



【解析】夏季大陸增溫為低壓，等壓線較稀疏、風較微弱，臺灣地區主要風向為偏南風。

※如右圖所示，氣溫為  $20^{\circ}\text{C}$  的空氣塊向上爬升到高度 2500m 的山脈，然後氣流再向背風面吹下。這時在高 500m 有雲產生，到山頂為止全部雨降下（若溼絕熱直減率為  $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 、乾絕熱直減率為  $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ），並依照下列「各氣溫飽和水氣量關係表」，回答 4.~6.題：



溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	飽和水氣量 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )	溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	飽和水氣量 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )	溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	飽和水氣量 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
-10	2.4	11	10.0	24	21.8
-5	3.4	12	10.7	25	23.1
0	4.8	13	11.4	26	24.4
1	5.2	14	12.1	27	25.8
2	5.6	15	12.8	28	27.2
3	5.9	16	13.6	29	28.8
4	6.4	17	14.5	30	30.4
5	6.8	18	15.4	31	32.1
6	7.3	19	16.3	32	33.8
7	7.8	20	17.3	33	35.7
8	8.3	21	18.3	34	37.6
9	8.8	22	19.4	35	39.6
10	9.4	23	20.6	36	41.8

- ( D ) 4. 何處氣溫最高？ (A)A (B)B (C)C (D)D。

【解析】背風下沉增溫，焚風效應。

- ( B ) 5. 何處相對溼度最大？ (A)A (B)B (C)C (D)D。

【解析】相對溼度 100%，方可凝結成雲致雨。

- ( C ) 6. 在迎風面地表 (A 點) 大氣的相對溼度約為 (A)28% (B)55% (C)74% (D)95%。

【解析】上升至 500m 高度時，溫度下降了  $1 \times 5 = 5^\circ\text{C}$ ，此處溫度  $15^\circ\text{C}$ ，因有雲產生表示此處水氣達飽和。查表  $15^\circ\text{C}$  飽和水氣量 12.8，這也是地面  $20^\circ\text{C}$  時之實際水氣量。查表  $20^\circ\text{C}$  飽和水氣量為 17.3，所以迎風面地表大氣的相對溼度  $= 12.8/17.3 = 74\%$ 。

## 【綜合評量】

- ( C ) 1. 水發生什麼作用時會放出潛熱？ (A)蒸發作用 (B)蒸散作用 (C)凝結作用 (D)昇華作用。

【解析】水從氣態→液態→固態，發生凝結、凝固和凝華的現象，均會放出潛熱。

- ( B ) 2. 飽和的空氣做垂直上升運動時，溫度下降的程度比未飽和空氣小，原因是 (A)飽和空氣塊密度較高 (B)飽和空氣塊上升會產生凝結釋放潛熱 (C)未飽和空氣塊膨脹速率較快 (D)未飽和空氣塊上升速率較快。

【解析】飽和空氣上升因凝結放熱，所以溫度下降的比較少。

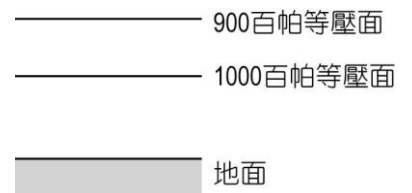
- ( B ) 3. 水氣藉由什麼來影響天氣與氣候？ (A)含量變化 (B)相位的變化 (C)化學變化 (D)以上皆是。

【解析】水的三態變化產生各種雲、霧、露、霜。

- ( A ) 4. 戴眼鏡的乘客在雨天乘坐冷氣很強的計程車一陣子後，一旦下車常發覺眼鏡鏡片模糊。此現象與下列何者最相關？ (A)車外空氣的水氣遇到冰冷鏡片達到露點 (B)車外空氣所含的水氣比車內少 (C)車外空氣的溼度比車內小 (D)車外氣溫比車內低。

【解析】降溫可使未飽和水氣達飽和而凝結，冰冷鏡片易使原先已相當多的水氣達到此現象。

- ( D ) 5. 右圖為某測站藉著氣象探空氣球，探得高空 1000 百帕和 900 百帕兩等壓面距地面高度示意圖。如果次日寒流來襲，重新探測兩等壓面，並與舊的資料比較，則地面氣壓值與兩新等壓面彼此間距上有何變化？



選項	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
地面氣壓值	不變	升高	降低	升高	降低
二等壓面的間距	不變	增大	減小	減小	增大

【解析】寒流為冷高壓系統吹來的空氣，故地面氣壓值升高且等壓線間距因冷縮而減小。

- ( C ) 6. 局部環流均和局部的高低壓有關，下列何者正確？ (A)ac (B)ad (C)bc (D)bd。

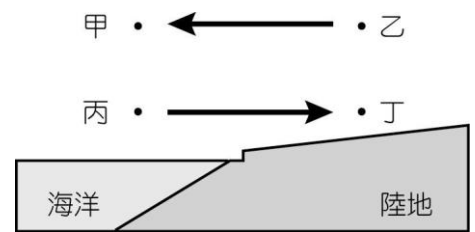
a	受熱區	高壓	空氣輻合
b	受熱區	低壓	空氣輻合
c	受熱區上層	高壓	空氣輻散
d	受熱區上層	低壓	空氣輻散

【解析】空氣受熱膨脹，氣壓降低，空氣因此輻合，並促使空氣上升，而高層空氣再輻散流出。

- ( B ) 7. 空氣被迫上升運動時，不會出現的變化包括 (A)空氣體積膨脹 (B)水氣含量增加 (C)空氣溫度下降 (D)相對溼度增加。

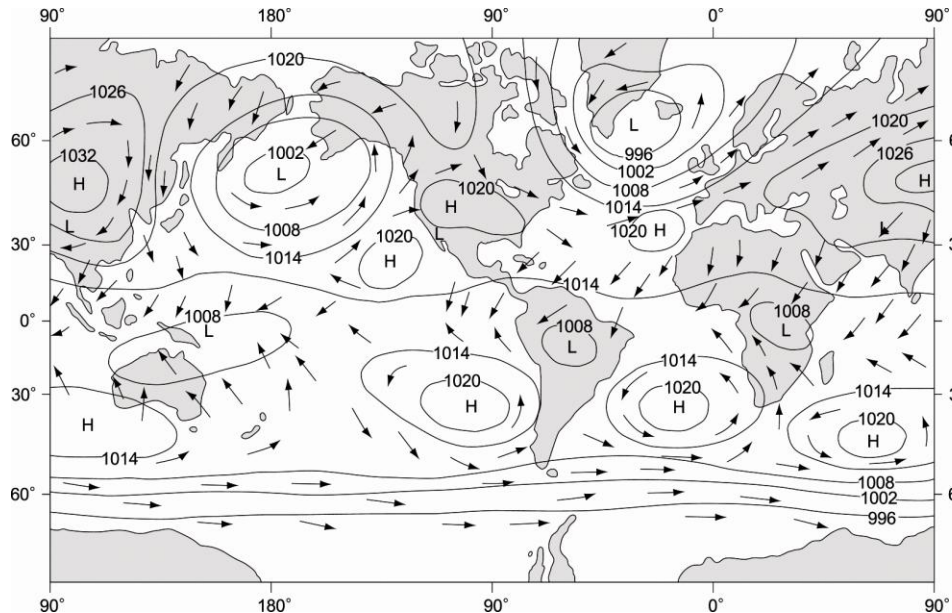
【解析】空氣上升時水氣含量不變，若發生凝結，則水氣減少。

- ( B ) 8. 右圖為海陸交界空氣流動情形之示意圖，下列敘述何者不正確？ (A)此時可能是下午 3、4 點 (B)此時陸地地面氣壓值較海面大 (C)此時陸地地面空氣密度較海面小 (D)此時陸地地面氣溫較海面高。



【解析】下午 3、4 點陸熱海冷，陸低壓海高壓，空氣從海洋吹向陸地。

- ( A ) 9. 下圖為某月全球氣壓、氣流圖，南半球的氣壓成帶狀分布，但北半球卻多斷裂成區塊狀，主要受何種因素影響？ (A)海陸的分布 (B)地勢高低 (C)山脈的走向 (D)海流的性質。



【解析】從圖上可看出區塊斷裂的形態與海陸分布一致。

※右圖 A、B、C、D 為四處大氣環境，依圖回答 10.~12.題：

- ( A ) 10. 何處易發展出對流旺盛之積雨雲？ (A)A (B)B (C)C (D)D。

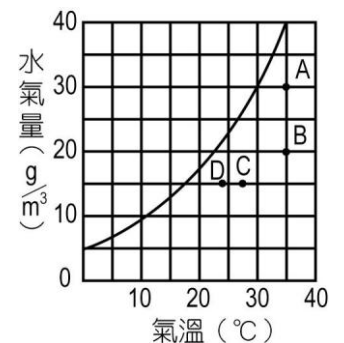
【解析】氣溫高水氣多，空氣易上升成不穩定系統。

- ( B ) 11. 何處相對溼度最小？ (A)A (B)B (C)C (D)D。

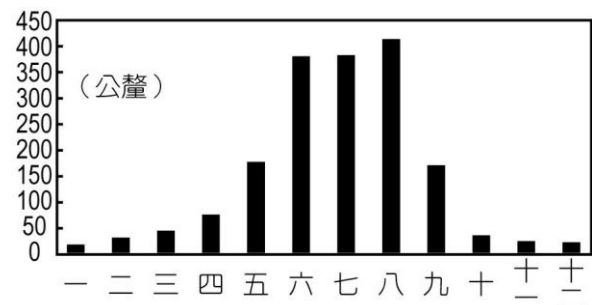
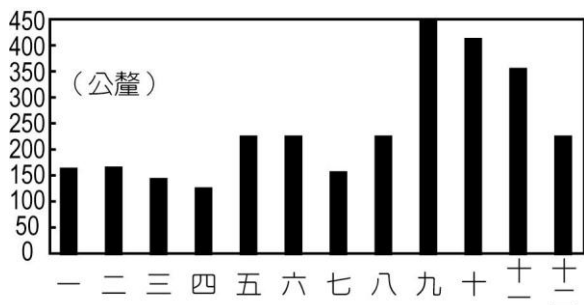
【解析】B 處相對溼度約為 50%。

- ( F ) 12. 哪些地點露點相同？ (A)A、B (B)A、C (C)A、D (D)B、C (E)B、D (F)C、D。

【解析】CD 二處實際水氣含量相同，使該水氣達飽和之溫度 (即露點) 便會相同。



※下圖為臺北與臺南 30 年來的平均月降雨量圖，依圖回答 13.~14.題：



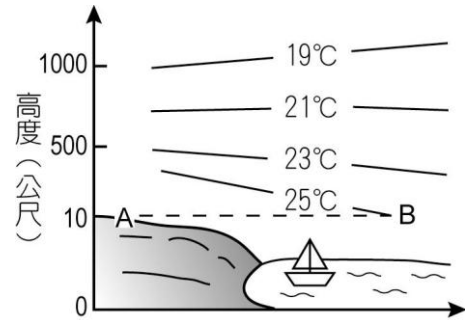
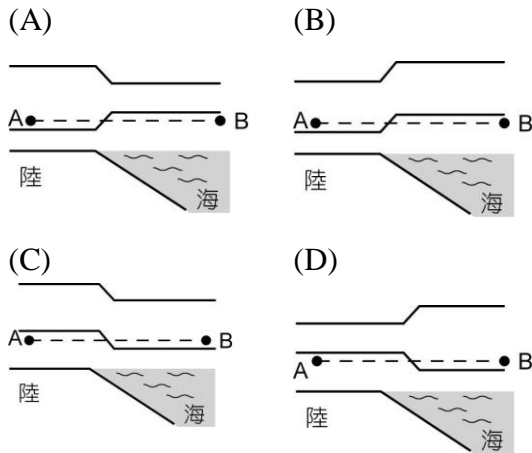
- ( D ) 13. 臺灣在哪一季節與哪一地方的乾季特別明顯？ (A)夏季，東北部 (B)夏季，西南部 (C)冬季，東北部 (D)冬季，西南部。

- ( C ) 14.兩地在 10 月至翌年 4 月的雨量，臺北月雨量較臺南多，主要原因為何？ (A)臺北位於東北季風的背風面 (B)臺北不受西南季風的影響 (C)臺北位於東北季風的迎風面 (D)臺南位於西南季風的迎風面。

【解析】圖一為北部，冬季受東北季風及中央山脈迎風面效應，多雨。圖二為南部，冬季背風，乾季明顯。

※ 右圖為某海岸陸地及海洋上方空氣氣溫分布圖，依圖回答 15.~16.題：

- ( A ) 15.如圖，此時等壓線的分布何者正確？



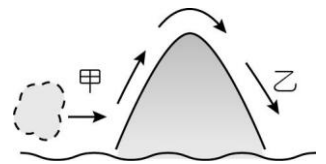
【解析】本題圖形為白天，陸地溫度高於海洋區，所以陸地氣壓低於海洋，且陸地上空因溫度較高，空氣膨脹，等壓線間距大。

- ( D ) 16.有關海邊「海陸風」之敘述何者錯誤？ (A)本圖為白天的大氣溫度之分布 (B)以一日為週期交替 (C)夜晚地面上吹陸風 (D)夜晚陸地上空氣產生上升運動。

【解析】圖中 A 處溫度高於 B 處，為白天陸地受熱後之現象，此時吹海風。夜晚時 A 處溫度低於 B 處，吹陸風，B 處空氣上升。

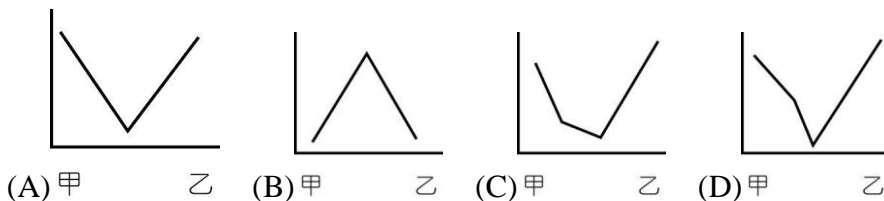
※如右圖，有一團空氣自平地越山而過，且途中發生降雨，依圖回答 17.~18.題：

- ( B ) 17.下列敘述何者正確？ (A)甲側山腳之空氣溫度應比乙側山腳高 (B)甲側之氣溫梯度較乙側小 (C)甲側較易發生焚風 (D)降雨應發生於乙側。



【解析】甲側因空氣上升降溫，水氣飽和凝結放熱，使水氣降溫程度較小。

- ( C ) 18. 承上題，此團空氣自甲處平地越山到乙處平地的氣溫變化，下列何者正確？



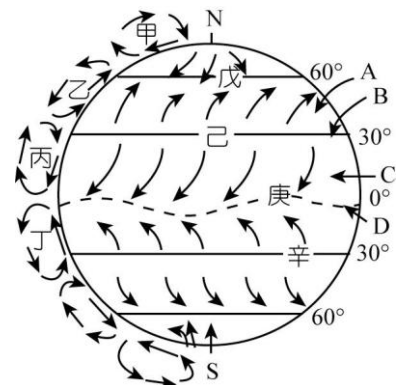
【解析】甲側隨高度增加，溫度逐漸下降，成雲前降溫快（斜率大），成雲後降溫慢（斜率小），乙側隨高度下降溫度逐漸上升。

※右圖為地球三胞環流的關係圖，根據此圖回答 19.~20.題：

- ( B ) 19.哪一處最易形成沙漠？ (A)緯度 0° (B)緯度 30° (C)緯度 60° (D)緯度 90°。

【解析】緯度 30°氣流下沉增溫變乾燥，易形成沙漠。

- ( D ) 20.(甲)信風帶、(乙)馬緯度無風帶、(丙)西風帶、(丁)東風帶、(戊)極鋒帶、(己)間熱帶輻合帶。自北而南的排列順序為 (A)甲乙丙丁戊己 (B)戊己甲丁乙丙 (C)戊丁乙丙己甲 (D)丁戊丙乙甲己。



## 第七章 多變的天氣

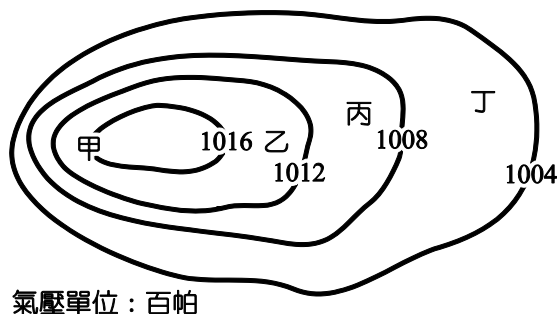
### 牛刀小試

#### ★ 7-1

- ( A ) 1. 下列哪一種氣體能在現今地球環境下（平衡溫度約 15°C）三相共存，所以對地球能量的平衡以及氣候的調節具有很重要的作用？ (A)水氣 (B)氮氣 (C)氧氣 (D)二氧化碳。【解析】水氣在地球的平衡溫度下可以固態、液態、氣態出現，由三態的轉換過程伴隨能量的轉換，進而調節地球的氣候。
- ( B ) 2. 在自然的情況下空氣可以透過哪種方式達成降溫的結果？ (A)下沉氣流 (B)上升氣流 (C)減少水氣含量 (D)減少凝結核。【解析】空氣上升時因體積膨脹，溫度降低，故因此而降溫。
- ( A ) 3. 下列哪一種情況下，空氣中的水氣最有可能凝結？ (A)水氣接近飽和，且具有大量凝結核 (B)水氣接近飽和，氣溫低於0°C (C)氣溫低於0°C，而且具有凝結核 (D)水氣接近飽和，空氣非常乾淨。【解析】非常乾淨的空氣可能因無凝結核而無法讓水氣凝結，故必須在水氣達飽和並有凝結核的情況下較易讓水氣凝結。
- ( B ) 4. 高雄、臺南、臺北三個城市，分別測得其氣溫及露點如下：(高雄) 29°C，18°C；(臺南) 25°C，18°C；(臺北) 20°C，18°C。三城市相對溼度的排列順序為何？ (A)高雄>臺南>臺北 (B)臺北>臺南>高雄 (C)臺南>高雄>臺北 (D)臺北>高雄>臺南。【解析】露點溫度為空氣中水氣凝結的溫度。相對溼度公式為（實際水氣壓／飽和水氣壓）×100%，三城市露點溫度相同，故實際水氣壓相同，溫度越高者飽和水氣壓越大，故高雄相對溼度小，臺北相對溼度大。
- ( C ) 5. 甲、乙兩地的大氣壓力相同，實際水氣壓也相同，相對溼度分別為85%與60%，下列對於甲、乙兩地的露點溫度比較，何者正確？ (A)甲>乙 (B)甲<乙 (C)甲=乙 (D)條件不足，無法判斷。【解析】水氣壓相同時，降溫讓水凝結的溫度亦相同。

#### ★ 7-2

- ( D ) 6. 請問下圖四個地點中，何處的風最小？ (A)甲地 (B)乙地 (C)丙地 (D)丁地。

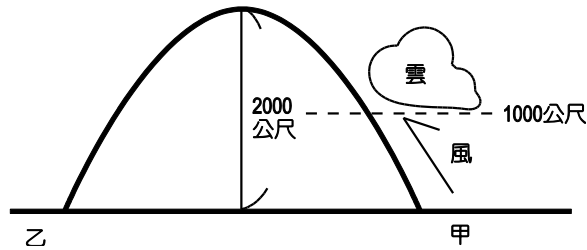


- 【解析】等壓線分布的疏密程度代表氣壓梯度力大小，氣壓梯度力越大，風速越強，而丁處等壓線最稀疏，氣壓梯度力小，故風速最小。
- ( D ) 7. 上題中甲地的風向為何（甲位於北半球）？ (A)↘ (B)↓ (C)→ (D)↖。【解析】甲的右側為高氣壓，故空氣從右側往左移動，但因科氏力影響而偏右，故風向為↖。
- ( C ) 8. 空氣除了水平運動，往往還伴隨垂直方向的運動，下列何種情況有助於空氣垂直上升？

(A)地表空氣水平輻散作用 (B)背風面的氣流 (C)空氣熱對流 (D)地表附近大氣呈現逆溫的環境。**【解析】**(A)(B)(D)空氣皆下沉，(C)則可造成空氣上升。

( C ) 9. 亞洲有很強的季風，下列有關季風的描述，何者錯誤？ (A)夏季季風主要從海洋吹向陸地 (B)冬季季風發生時，通常大陸為高壓區，海洋為低壓區 (C)季風涵蓋的範圍較海、陸風小 (D)季風發生的原因是因為海洋和陸地的比熱不同而造成。**【解析】**季風涵蓋範圍遠大於海陸風。

( C ) 10. 如下圖所示，若乾空氣遞減率為每上升 100 公尺溫度下降  $1^{\circ}\text{C}$ ，溼空氣遞減率為每上升 100 公尺溫度下降  $0.6^{\circ}\text{C}$ ，山頂高度 2000 公尺，甲地氣溫  $28^{\circ}\text{C}$ ，假如空氣上升過程中，到 1000 公尺高度時雲開始形成，則乙地氣溫為多少  $^{\circ}\text{C}$ ？ (A)12 (B)28 (C)32 (D)38。

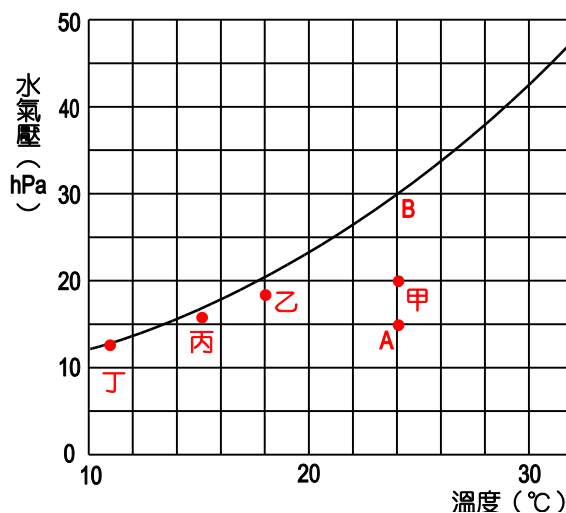


**【解析】**由圖得知升高至 1000 公尺雲開始形成前，以乾空氣溫度遞減率計算，降溫  $1000 \times 1/100 = 10^{\circ}\text{C}$ ，1000 公尺以上至山頂以溼空氣遞減率計算共降溫  $1000 \times 0.6/100 = 6^{\circ}\text{C}$ ，越過山頭後空氣下沉增溫，水氣不凝結，以乾空氣溫度遞減率，共升溫  $2000 \times 1/100 = 20$ ，故溫度為  $28 + 20 = 48^{\circ}\text{C}$ 。

## 活學活用

※ 下表是臺北某連續四天的氣象資料，下圖是氣溫與飽和水氣壓的關係曲線圖，依此曲線回答 1.~4. 題：

日期	3 日	4 日	5 日	6 日
氣溫	24	18	15	11
氣壓	1006	1009	1011	1017
水氣壓 (hPa)	20	18	16	13



( B ) 1. 某一地點的空氣狀態，氣溫為  $24^{\circ}\text{C}$ ，水氣壓 15hPa，試問相對溼度約為多少%？ (A)23% (B)50% (C)75% (D)85%。**【解析】**由圖中判斷，氣溫  $24^{\circ}\text{C}$ ，水氣壓 15hPa，落在圖中 A 點，相對溼度應為  $15/30 \times 100\% = 50\%$ 。

( A ) 2. 臺北這四天中，相對溼度最低的是哪一天？ (A)3 日 (B)4 日 (C)5 日 (D)6 日。

**【解析】**將四天的氣溫和水氣壓位置分別依序標示在圖中甲乙丙丁四點，相對溼度最低者應是甲，即 3 日。

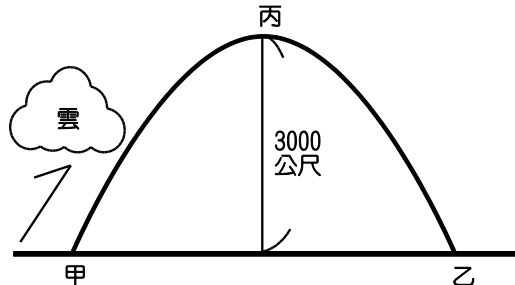
( D ) 3. 這四天中，哪一天的露點溫度最低？ (A)3日 (B)4日 (C)5日 (D)6日。

【解析】露點溫度和水氣壓有關，最低者是丁，即6日。

( D ) 4. 由上表來判斷，這四天臺北應是下列哪一種天氣變化造成以上的結果？ (A)颱風來襲 (B)梅雨季節 (C)副熱帶高壓籠罩 (D)強烈冷氣團來襲。

【解析】因溫度下降，溼度上升，故最有可能是強烈冷氣團來襲。

※有一溫度為 25°C，露點為 17°C 的空氣塊，從甲點向山坡爬升至高度 3000 公尺的山頂並越過山頂，依次回答 5.~8.題：(假設露點不因高度而變，乾絕熱直減率為 1.0°C/100m，溼絕熱直減率為 0.6°C/100m)



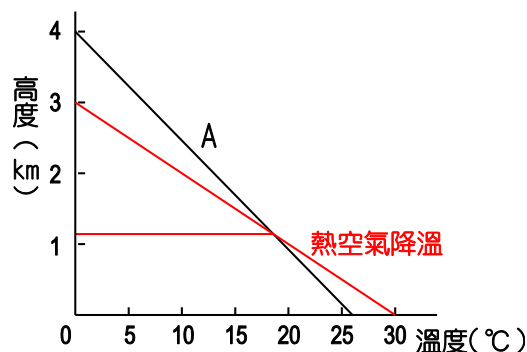
( C ) 5. 當空氣達飽和狀態時，水氣就會凝結成水滴，即雲的成因。雲形成時的空氣溫度為 (A)5°C (B)10°C (C)17°C (D)25°C。【解析】假設產生雲，此時氣溫應等於露點溫度 17°C，故以乾空氣計算，需升高 800 公尺，氣溫即 17°C。

( C ) 6. 試問開始產生雲的高度為多少公尺？ (A)600 (B)700 (C)800 (D)900。【解析】假設產生雲，此時氣溫應等於露點溫度 17°C，故以乾空氣計算，需升高 800 公尺。

( B ) 7. 空氣塊在山頂丙處時的溫度為多少°C？ (A)1.8°C (B)3.8°C (C)8°C (D)13.2°C。【解析】山頂需再升高 2200 公尺，此時以溼空氣計算，降溫  $2200 \times 0.6/100 = 13.2^\circ\text{C}$ ，故山頂氣溫為  $17 - 13.2 = 3.8^\circ\text{C}$ 。

( B ) 8. 空氣塊到達山坡另外一面乙處時的溫度為多少°C？ (A)25°C (B)33.8°C (C)38°C (D)43°C。【解析】越過山頭後下沉，氣溫升高，水氣不再凝結，以乾空氣計算升溫  $3000 \times 1/100 = 30^\circ\text{C}$ ，故乙處氣溫為  $30 + 3.8 = 33.8^\circ\text{C}$ 。

※下圖為某地區的大氣溫度隨高度變化關係圖，試回答 9.~11.題：



( C ) 9. 環境大氣溫度與高度變化如直線 A 所示，試估算其氣溫垂直遞減率約每公里降低多少度？ (A)20 (B)10 (C)6.5 (D)5 (E)3。

【解析】環境大氣氣溫遞減率應為  $(0 - 26)/(4 - 0) = 6.5^\circ\text{C}/\text{km}$ 。

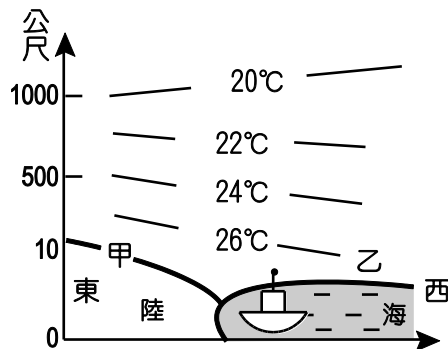
( B ) 10. 如果地面上有一溫度 30°C 的熱空氣，從地面開始抬升，則此熱空氣上升過程會有以下哪一情況發生？ (A)相對溼度降低 (B)氣溫降低 (C)密度變大 (D)飽和水氣壓升高。

【解析】空氣上升應體積變大，氣壓降低，密度變小，溫度降低，相對溼度增高，故選(B)。

( B ) 11. 假設此 30°C 乾燥熱空氣塊的溫度隨高度的改變率為 10°C/km，則空氣從地面抬升後，可以上升到多少公尺？(地面環境大氣溫度為 26°C) (A)1000 (B)1140 (C)1500 (D)2000。

【解析】假設可以上升 h 公尺，當此空氣塊溫度和環境大氣溫度相同時便不再抬升， $30 - h/1000 \times 10 = 26 - h/1000 \times 6.5$ ， $h = 1142$ 。

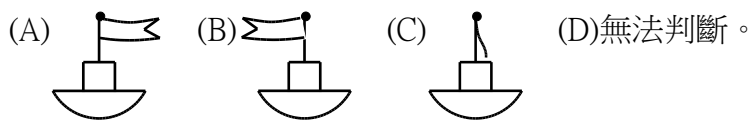
※下圖為海岸附近高度與溫度的變化曲線，依序回答 12.~14.題：



- ( B ) 12.圖中溫度等溫線分布的情況最有可能是發生在以下哪一時段？ (A)清晨五點 (B)中午十二點 (C)下午七點 (D)午夜十二點。

【解析】甲處陸地地面溫度高於乙處海面溫度，故此時應選中午較合理。

- ( B ) 13.圖中有一小船，假如在旗竿上掛上旗子後，此時旗子最有可能以下列哪一方向飄動？



【解析】此時應吹海風，故旗子應飄向陸地，選(B)。

- ( C ) 14.假如圖中的等溫線情況發生於夏季的臺灣西部，此時的風向以下列何者較合理？ (A)北風 (B)東風 (C)西風 (D)南風。【解析】由臺灣海峽吹向臺灣西岸，故為西風。

※右圖是地球大氣環流示意圖，根據此圖回答 15.~17.題：

- ( C ) 15.在 A、B、C 三地區有哪些地區屬於高壓帶？ (A)A (B)C (C)AB (D)BC。

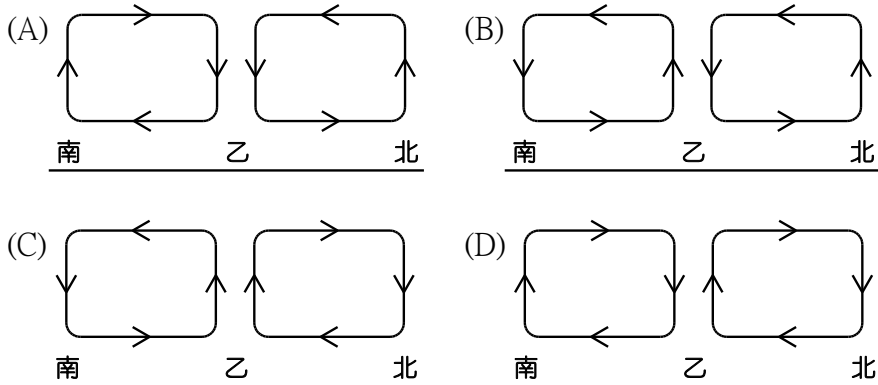
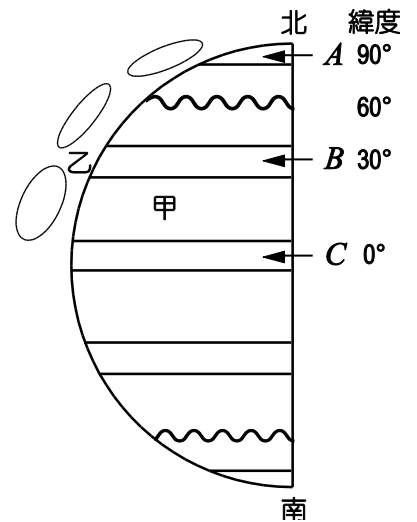
【解析】A 為極地高壓，B 為副熱帶高壓，C 為間熱帶輻合區，故選(C)。

- ( D ) 16.甲區域吹的風向為何？

(A)西南風 (B)西北風 (C)東南風 (D)東北風。

【解析】甲地區為東北信風帶，故吹東北風。

- ( A ) 17.乙地南北兩側上空的環流應是以下哪一情形？



【解析】乙處為副熱帶高壓，故空氣下沉並向兩側流動，故選(A)。