

地科 基礎講義

大氣的結構

信望愛文教基金會 · 地科種子教師團隊



信望愛文教基金會

三.地球的結構

3-1-1 大氣的結構

1. 氣壓

(1)定義: 單位高度面積上, 空氣柱重量所產生的壓力

(2) 常用單位: **百帕**(hPa)

一大氣壓(海平面)= $1 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1013 \text{ hPa}$

(3)氣壓和大氣的關係:

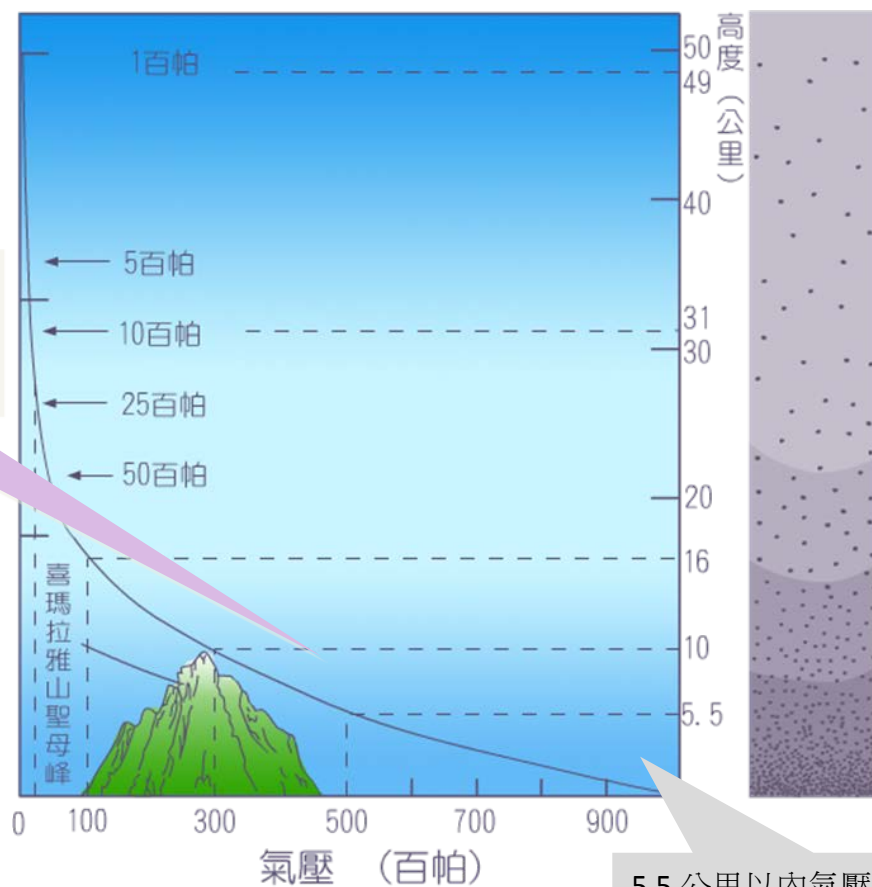
a.空氣密度隨**高度**增加而減少—高度↑, 空氣密度↓, 氣壓↓

b.空氣密度隨**溫度**增加而減少—氣溫↑, 空氣密度↓, 氣壓↓

c.受**地心引力**的影響, 空氣主要集中在地表附近

d.大氣底層的氣壓變化率>大氣高層的氣壓變化率

而 5.5 公里到 16 公里內
則每上升百公尺降低 4
百帕



5.5 公里以內氣壓的平均遞減率
約為每上升 100 公尺降低 9 百帕

2. 大氣組成

(1)大氣由多種氣體組成，其中可分為固定成分和變動成分

- a. **固定成分**: 不會隨時間、地點而變化
- b. **變動成分**: 會隨時間或地點而變動

	氣體名稱	容積(%)
固定成分	氮(N ₂)	78.08
	氧(O ₂)	20.95
	氬(Ar)	0.93
變動成分	水氣	0~4 → 變動最大
	二氧化碳	0.033
	臭氧	0.000004
	甲烷	0.00017

(2)水氣：造成天氣現象之主因

水氣凝結時，由氣態變為液態，會釋放大量的熱量，是大氣重要的能量來源之一，其中水氣可藉這狀態的改變平衡地表上下層的能量，形成天氣變化，並可藉由水循環平衡全球的熱量循環。

(3)溫室氣體：能夠吸收自地表反射的長波輻射並保留能量的氣體

大氣中的溫室氣體，例如水氣、二氧化碳和甲烷等，能吸收地表反射的長波輻射，使能量較不易散失到太空中，使得地球維持較高的平衡溫度，這種作用為溫室效應。目前地球的平衡溫度約為 15℃，如果沒有溫室氣體的存在，平衡溫度將只有－18℃左右，也就是說全球各地的氣溫會比現在低很多。

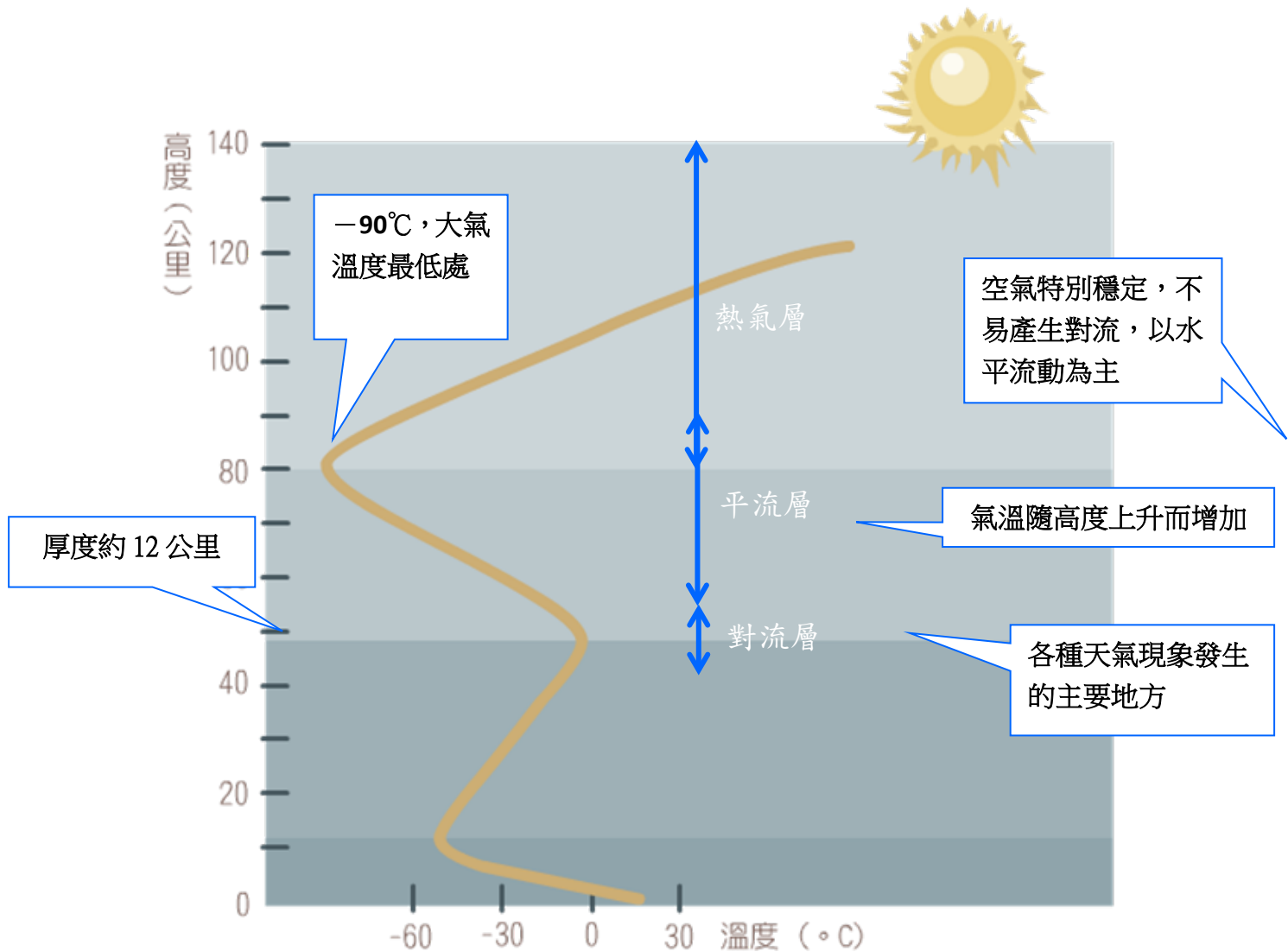
但是人類大量伐林開田、對農地施肥，和使用煤炭、石油，使得近半世紀以來，大氣中二氧化碳和甲烷的含量顯著增加，超過地球對這些氣體的調節能力，不僅傷害地球也危害到人類的生存。

(4)臭氧：地球的防護罩

主要由 3 個氧組成，是一種具有刺激性氣味，略帶淡藍色的氣體，在離地 25 公里附近臭氧濃度很大，因此我們把這高度附近的大氣層稱為臭氧層。臭氧層能夠吸收大量的紫外線，保護地球上的生物免受來自太陽輻射的紫外線威脅。

3. 大氣垂直結構

依垂直溫度分布，可以分成對流層、平流層、中氣層及增溫層。



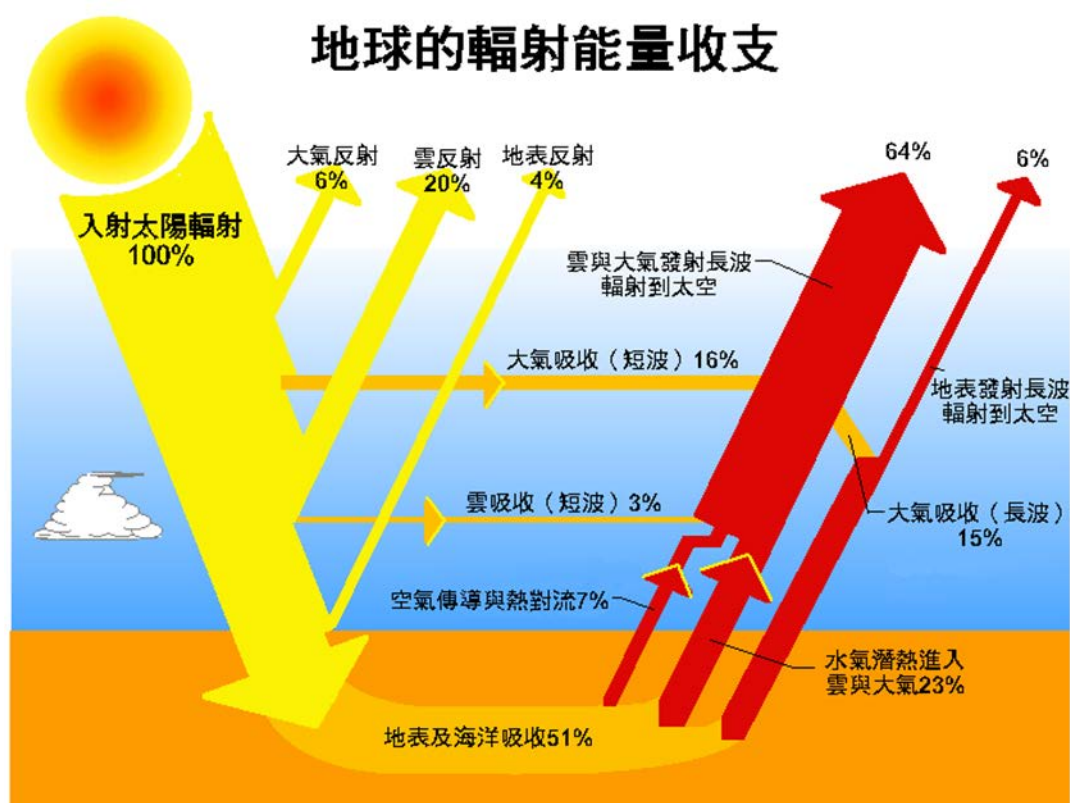
	特性	氣溫變化	主要熱源
對流層 (0~12km)	a. 大氣的最底層 b. 各地區的厚度不同, 熱帶地區較厚; 極區較薄, 平均約 12km c. 含大部分水氣+天氣變化	隨高度遞減 (6.5°C/1km)	地表輻射 (長波輻射)
平流層 (12~50km)	a. 對流層之上 b. 氣流相對平穩, 沒有劇烈的對流或擾動(缺乏水氣和垂直運動) Ex: 長程噴射客機飛行在平流層底	隨高度遞增	臭氧吸收太陽的紫外線輻射

	c. 上層含臭氧 濃度高(25km 最高)		
中氣層 (50~80km)	a. 中氣層頂是大氣層中 最低溫處 b. 氣流不穩定，但缺乏水氣(幾乎沒有天氣變化)	隨高度遞減	平流層的 臭氧
增溫層 (80km ↑)	a. 空氣稀薄，只要吸收一點能量，溫度就變得很高(增溫程度>平流層) b. 受太陽輻射影響，有許多電離子→ 對長程通訊影響很大	隨高度遞增	太陽 短波 輻射

4. 能量收支

大氣運動的主要能量來至太陽輻射，但不同地方接收太陽輻射進來與輻射出去的热量並不相等但基於能量守恆，地球整體的能量收支為平衡收支。

下圖可知，**總收入**(主要來自太陽短波輻射)= **總支出**(主要來自地表的長波輻射)



圖片來源: <http://web.fg.tp.edu.tw/~earth/scool/base1.htm>

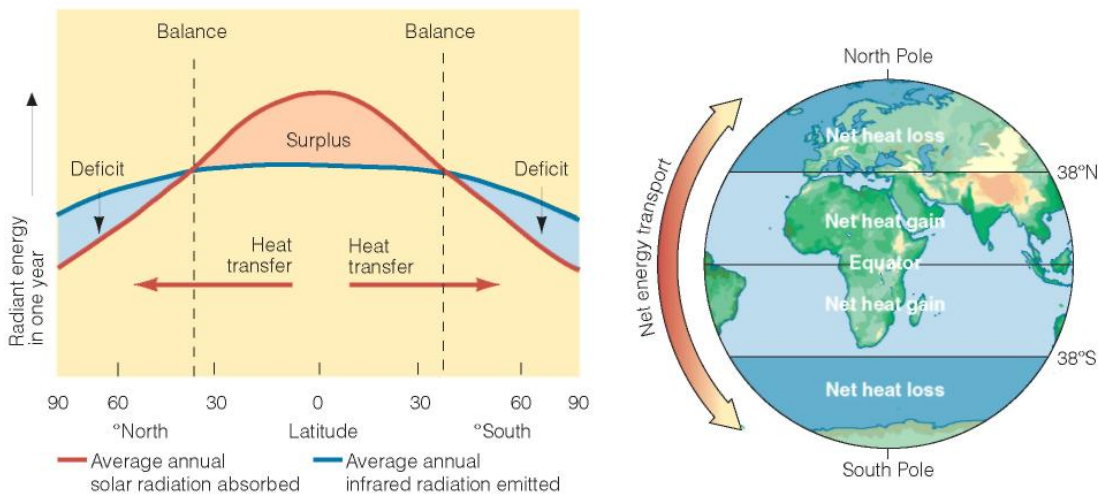
(1)但個別地區的能量收支=不平衡收支

a.赤道地區：長期處於能量盈餘

b.高緯地區：長期處於能量虧損

(2)低緯度地區是大氣能量的主要來源

大氣運動則不斷將低緯與高緯地區空氣混合(暖空氣往北，冷空氣往南)、因此，低緯度地區溫度不會一直增加，而高緯度地區一直降低。



圖片來源：Ahrens, p. 60, Figure. 2

小試身手

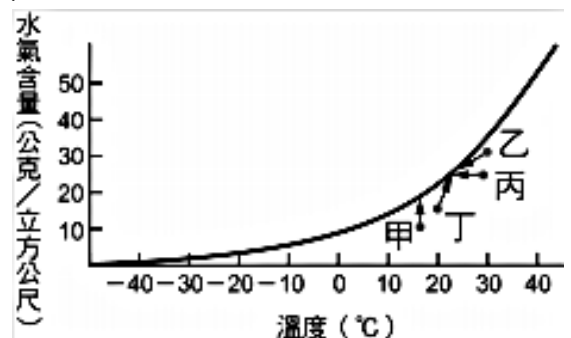
1. 冬季時假設北京和高雄的地面氣壓相同，但是北京的地面溫度遠比高雄的地面溫度低，則下列哪一敘述不正確？(101 年學測)
 - (A) 北京的飽和水氣壓比高雄的飽和水氣壓低
 - (B) 北京的近地面空氣密度比高雄的近地面空氣密度大
 - (C) 北京與高雄兩地單位面積上空的空氣重量大約相同
 - (D) 北京的地面露點溫度一般比高雄的地面露點溫度低
 - (E) 近地面處北京的氣壓隨高度下降的變化比高雄慢
2. 依據大氣平均垂直結構，在對流層中，溫度隨高度上升而降低，每公里約降 6.5°C 。但是

在對流層頂的溫度，並不再降低，大致維持一定的溫度。最上層的大氣溫度則隨高度增加而增加。形成這種結構的主要原因為何？（應選二項）（97 年學測）

- (A) 因為太陽輻射中的無線電波加熱了最上層的大氣
- (B) 因為太陽輻射中的紫外線、X 射線加熱了最上層的大氣
- (C) 因為臭氧吸收太陽輻射中的紫外線，增加了溫度，使對流層頂的溫度大致維持一定
- (D) 因為人類的活動使二氧化碳增加，造成溫室效應，使最上層的大氣溫度增加
- (E) 因為大氣的對流活動，將地面附近的能量帶至對流層頂，使對流層頂的溫度大致維持一定

3. 右圖是水氣含量和溫度的關係圖，圖中的粗線為飽和曲線，甲、乙、丙和丁的箭頭方向分別代表大氣中的水氣要達到飽和的途徑。關於自然現象「露」的形成，主要是透過下列哪一種途徑而達到飽和？（99 年學測）

- 甲：溫度固定時，增加水氣而達飽和
- 乙：經升高溫度及減少水氣量而達飽和
- 丙：水氣含量不變時，降低溫度而達飽和
- 丁：經降低溫度及增加水氣而達飽和



- (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁

4. 地球大氣的垂直溫度結構如圖 8 所示。增溫層的溫度所以會隨高度而增加，其原因最可能為下列何者？

- (A) 增溫層最接近太空 (B) 增溫層受到太陽風的影響 (C) 增溫層接受來自太陽與地表的輻射 (D) 增溫層吸收太陽輻射中的紫外線、X 光 (E) 增溫層的空氣密度稀薄，空氣分子間隔很大 (98 學測)

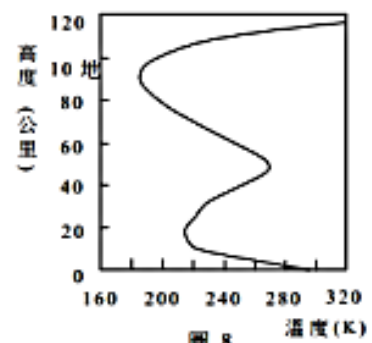


圖 8

5. 火山噴發的大量火山灰，可能經由大氣的哪一層結構而擴散到全球？

- (A) 對流層 (B) 平流層 (C) 中氣層 (D) 增溫層

解答與解析

1	2	3	4	5
E	BC	C	D	B

1. 氣壓相同，表示單位面積上的空氣重量相同；溫度不同，空氣塊的密度就不同；同樣重量的空氣塊，在較低溫區（北京）會因為熱脹冷縮使空氣體積較小，所以北京近地面空氣密

度較大，氣壓隨高度的變化率也會較大；飽和水氣壓和溫度成正比，溫度高空氣中所能容納的水氣量也較多；而達到飽和的氣溫（露點），北京也將低於高雄。

2. (A)最上層的大氣主要是吸收太陽輻射中的短波輻射而加溫，而無線電波是長波輻射；(B)最上層大氣為熱氣層,主要是吸收太陽輻射而升溫；(C)對流層頂開始有臭氧聚集會吸收紫外線而升溫；(D)最上層大氣的溫度增加和溫室效應無關，主要是因為太陽輻射所造成；(E)對流層頂的溫度能大致維持一定溫度是因為臭氧吸收紫外線所造成。
- 3.自然界中的「露」通常是清晨或夜間氣溫降低所造成。圖中乙途徑應該是降溫而非升溫，丁途徑應該是升溫。
- 4.增溫層內因太陽紫外線、X 射線照射，使得大氣中主要組成氣體；氮氣、氧氣分解、游離化，加上對短波輻射的強吸收作用，使得溫度隨高度增加而增加，但這裡的溫度是指各別粒子得到的動能。
- 5.由於平流層很穩定，污染物(如火山灰、輻射等)的濃度不容易因擴散或其他因素，與環境大氣快速混合而降低其濃度再隨著高空氣流的移動，擴散至全球。