

類 科：氣象
科 目：大氣物理學（包括大氣輻射與雲物理）
考試時間：2小時

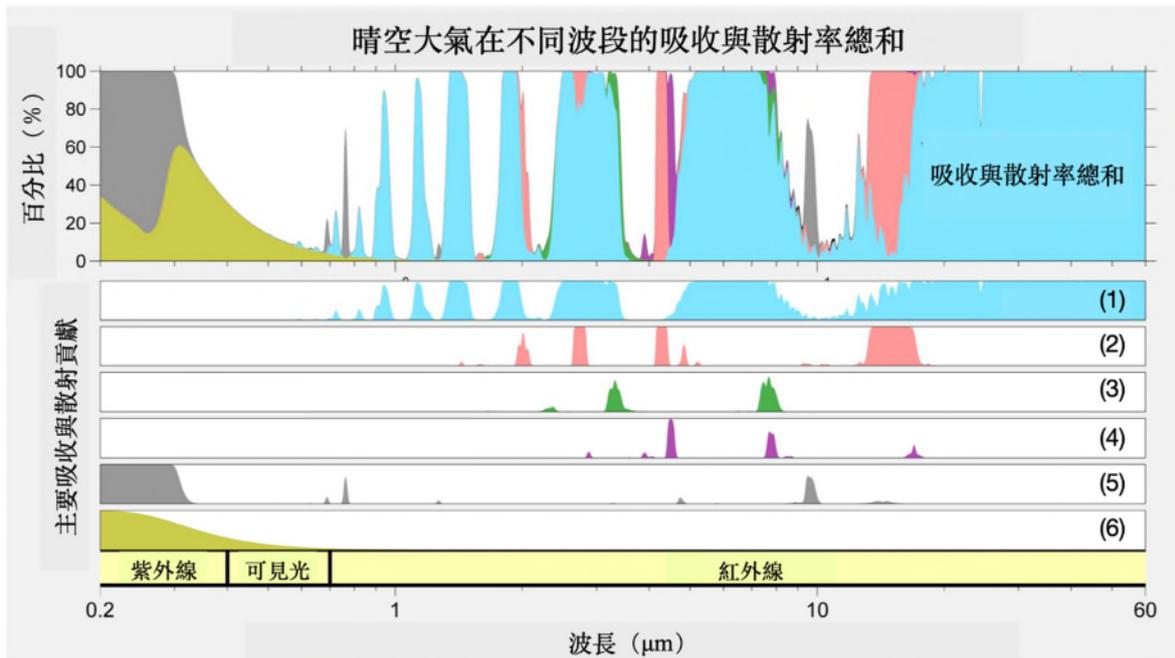
座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、下圖的上半部是地球大氣在晴空狀態下在不同光譜波段的吸收與散射率總和（以百分比%表示），而下半部是大氣中主要幾個氣體成分透過不同物理機制對於上述吸收與散射率的貢獻程度與所對應的波長分布。



試依據大氣輻射的理論與應用，回答下列問題：

- (一)試由附圖中下半部，由上到下的6個部分，依次分別說明每個部分最可能是由大氣中的那種氣體成分所造成？（6分）
- (二)試依次分別說明，由上到下的6個部分，這些不同氣體成分對於圖中特定光譜波段輻射的吸收與散射作用，分別是透過那些物理機制所造成的？（18分）

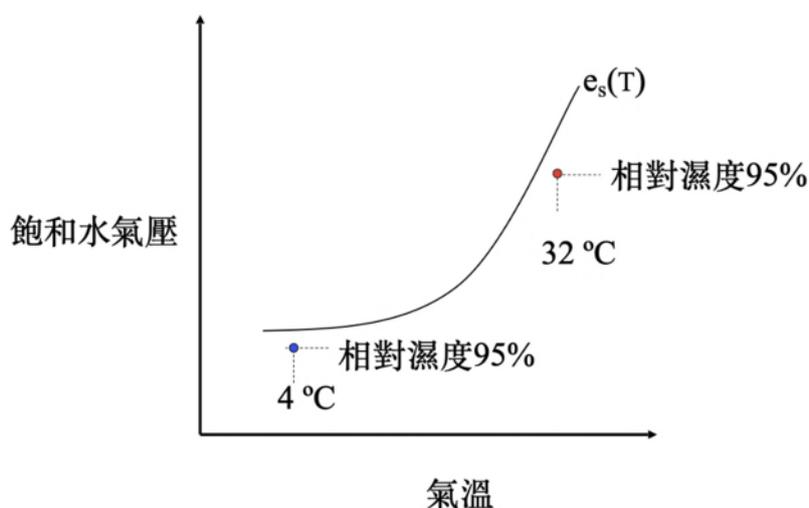
二、大氣層頂太陽輻射在天頂角為 0° 時的輻射通量密度（flux density）為 1368 Wm^{-2} ，假設太陽輻射是各向同性的（isotropic），試估計其輻射強度（intensity）。（10分）

註：太陽的半徑為 $7.0 \times 10^8 \text{ m}$ ，太陽與地球的距離為 $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ 。

三、試由輻射傳遞吸收、散射原理說明在環境起霧時及下雨時，即使眼前同樣都有數目眾多的小水滴，但是下雨時的能見度往往比起霧時好，亦即可以看得比較遠。(10分)

四、(一)如下圖，有兩個等重的空氣塊，第一個空氣塊的溫度與相對濕度分別為 32°C 與 95%，而第二個空氣塊的溫度與相對濕度分別為 4°C 與 95%，假設兩個空氣塊混合過程的壓力保持在 1000 hPa，當兩個空氣塊完全混合後，發現有霧形成，試以所附的飽和水氣壓隨氣溫變化的示意圖，標示出混合後空氣塊的預期位置，並計算混合後空氣塊的溫度與凝結出的液態水量（計算時先假設凝結出液態水量的潛熱釋放，尚未透過等壓加熱過程使混合後空氣塊的溫度上升）。(12分)

註：乾空氣氣體常數 $R_d = 287.04 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 。
水氣氣體常數 $R_v = 461.50 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 。



水在不同溫度的飽和蒸氣壓

T(°C)	es(hPa)	T(°C)	es(hPa)
2	7.06	20	23.39
4	8.14	22	26.44
6	9.35	24	29.85
8	10.73	26	33.63
10	12.28	28	37.82
12	14.03	30	42.45
14	15.99	32	47.58
16	18.18	34	53.23
18	20.64	36	59.45

(二)試以實際大氣中發生的例子，舉例說明上述空氣塊混合發生所在的情境。(3分)

(三)假設凝結出液態水量的潛熱釋放，透過等壓加熱過程使混合後空氣塊的溫度上升，試以所附的飽和水氣壓隨氣溫變化之示意圖，標示出混合空氣塊最終的溫度位置，並討論此時真正凝結出的液態水量與(一)所估計的可能差別。(5分)

五、(一)請說明為什麼大氣中有一些雲的內部往往可以有過冷水 (supercooled water) 的存在？通常溫度要到攝氏零下幾度才比較不會有過冷水？(8分)

(二)請說明冰晶有那些不同的異質成核 (heterogeneous nucleation) 過程。(8分)

六、韋恩位移定律的公式如右： $\lambda_{\max} = \frac{k_w}{T}$

其中常數 $k_w = 2897 \mu\text{mK}$ 。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)試說明韋恩位移定律的意義。

(二)討論太陽與地球輻射的最大放射 (emission) 波長範圍。