

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。

一、在演講簡報時用來指明講解目標的某牌雷射指示光筆，當使用時會將5毫瓦(milliWatt)的光能以直徑5毫米(mm)的平行光束發送傳出指示筆。

(一)試估算垂直於平行光束的輻射通量密度(flux density)，並與典型垂直於地表的晴空太陽輻射通量密度值(約 1000 Wm^{-2})比較大小。(6分)

(二)如果對觀察者而言，晴空直射太陽輻射的立體角是雷射指示筆光束立體角的25倍，則雷射指示筆的輻射通量強度(flux intensity，單位：瓦特/平方米/球面度， Wm^{-2} per steradian)與太陽的輻射通量強度的大小差異為何？(6分)

二、考慮一個理想化的雲層，雲中假設所有的雲滴皆為球形，且半徑都是 $15 \mu\text{m}$ ，同時單位體積中的雲滴數目為 1.2 cm^{-3} 。

(一)如果有可見光頻段的輻射通過上述雲層，需要經過多少厚度後，輻射強度才會變成入射輻射強度的 e^{-1} 倍($1/e \approx 0.367$)？(忽略多次散射的效應)(10分)

(二)如果雲中雲滴的半徑變成都是 $5 \mu\text{m}$ ，但是雲中液態水含量(即單位體積的雲滴質量)不變，則需經過多少厚度後，光程才與上述(一)子題相同？(一樣還是忽略多次散射的效應)(6分)

三、實際觀測的氣體分子光譜吸收線並非單頻，而是有限寬度的譜線，試說明吸收譜線加寬的主要原因有那些？(12分)

四、某一天晴空無雲，臺北的地表實際溫度是 300 K ，如果在氣象人造衛星上分別運用 $11 \mu\text{m}$ 的紅外線頻道以及 19 GHz 的微波頻道進行觀測，且對上述兩個頻道而言，地表的放射率(emissivity)皆為 0.95 。

(一)人造衛星上的紅外線與微波輻射儀所觀測到的頻道亮度溫度分別各是絕對溫度多少度？(12分)

(二)如果實際地表放射率大小的不確定性範圍是 5% 左右，那麼以上述頻道亮度溫度做為地表實際溫度的估計，應該用那一個頻道比較好？但如果在觀測範圍內有雲，對上述結果又可能有什麼影響？(6分)

黑體輻射的普朗克(Planck)函數分布為：

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 (e^{\frac{hc}{K\lambda T}} - 1)}$$

普朗克常數 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ，光速 $c = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

波茲曼(Boltzmann)常數 $K = 1.381 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$

(請接背面)

類 科：氣象

科 目：大氣物理學（包括大氣輻射與雲物理）

- 五、一個雲滴透過凝結成長，在 10 分鐘內從 $2\ \mu\text{m}$ 成長為 $10\ \mu\text{m}$ ，在過程中，溫度與氣壓分別為攝氏 0 度與 800 百帕 (hPa)，即常態化凝結成長參數 (normalized condensation growth parameter) ξ_1 為 $68.2\ \mu\text{m}^2\text{s}^{-1}$ ，試求其環境的過飽和值（在此可忽略曲率與溶質效應）。（12 分）
- 六、試畫出科勒曲線 (Köhler curve) 隨雲滴半徑與飽和比的分布情形，以及其所描述的方程式形式，並進一步解釋方程式中各項的涵義，最後說明如何運用科勒曲線解釋雲滴初生成時必須考慮的重要物理過程有那些？（30 分）