

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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、地球系統的輻射平衡方程為 $\pi R_a^2(1 - \alpha)S = 4\pi R_a^2\sigma T_e^4$ ，由此可得地球有效平衡溫度 $T_e = [(1 - \alpha)S/4\sigma]^{1/4}$ 。 R_a 為地球半徑， $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ 為 Stefan-Boltzmann constant 常數。

(一)說明 S 、 α 的意義，以及此式成立的前提。(5分)

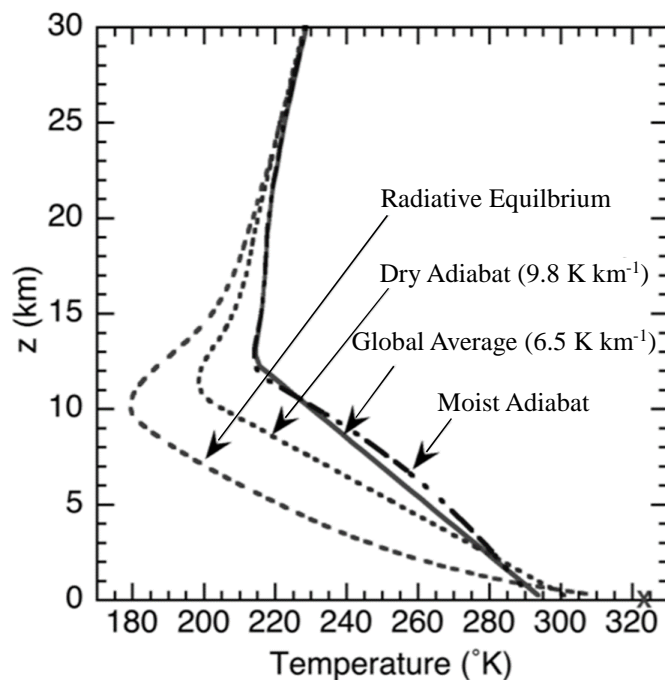
(二)以現今 S 、 α 的數值來計算， $T_e = 254.6 \text{ K}$ ；此數值遠低於目前的全球地表平均溫度 (288 K)，主要原因為何？(5分)

(三)太陽表面溫度約為 5500 K，黑體電磁輻射光譜輻射度峰值波長 (λ_{peak}) 為 527 nm；則在外太空觀察地球的 λ_{peak} 為何？(5分)

二、(一)大氣粒子對電磁波的散射可分為雷利散射與米氏散射。此兩種散射的分野為何？(5分)

(二)說明以下過程屬於何種散射：甲. 530 nm 光達掃描氣膠；乙. 550 nm 光達掃描雲滴；丙. C 波段 (4-8 GHz) 雷達掃描雨滴。(15分)

三、如圖，根據輻射平衡 (radiative equilibrium) 之假設所算出的對流層溫度遞減率明顯高於實際大氣 (global average) 的溫度遞減率；說明其原因。(5分)



- 四、雲的反照率 α 與雲光學厚度 τ 的關係可表示為 $\alpha \approx \frac{\tau}{\tau+6.7} \circ \tau = 2\pi r^2 N h = \frac{3L}{2\rho_w r}$ ， r 為雲滴平均粒徑， N 為雲滴平均數量， h 為雲厚度， L 為單位面積上的雲水含量， ρ_w 為液態水密度。假設 L 為定值，說明何謂 Twomey 效應？此效應在薄雲與厚雲的狀況有何差異。(10分)
- 五、假設空氣中雨水含量為 1 g m^{-3} ，雨滴大小一致，數量濃度為 1000 m^{-3} 。
(一)雷達回波因子(單位為 $\text{mm}^6 \text{ m}^{-3}$)為多少 dBZ? (5分)
(二)若雨滴終端速度為 $U(D) = aD$ ， $a = 4000 \text{ s}^{-1}$ ，則降水強度為多少 mmh^{-1} ? (5分)
- 六、說明雲內透過氣膠而進行「活化」(activation)與「核化」(nucleation)過程的物理意義，以及此二過程所牽涉到的氣膠類型有何不同。(10分)
- 七、(一)試述雲內冰晶主要、次要成長習性(growth habit)的環境控制因子。(10分)
(二)冰晶形狀偏離球型，對冰晶凝華成長與冰晶重力沉降有何影響?(10分)
- 八、由能量守恆的觀點，如何判定冰雹收集過冷水會以乾成長或濕成長的形式進行?(10分)