1. 說明雲滴數量與過飽和度（supersaturation）如何相互影響。(10%)

2. 說明碰撞效率(collision efficiency)的定義，並列出至少 3 個影響碰撞效率的因子(註：不可答兩個相碰粒子的大小)。(8%)

3. 列出 4 種雲內冰晶形成的核化（nucleation）機制，以及 2 種衍生性冰晶形成機制（secondary ice formation)。(12%)

4. 說明微爆流（microburst）的形成原因，以及雲底高度對其強度的影響。(10%)

5. 近年來一些研究認為人類活動使氣膠含量增加，會使積雲的對流增強。若此屬實，請討論其可能牽涉到的雲物理機制。(10%)

6. 平行大氣基本紅外線傳遞方程:

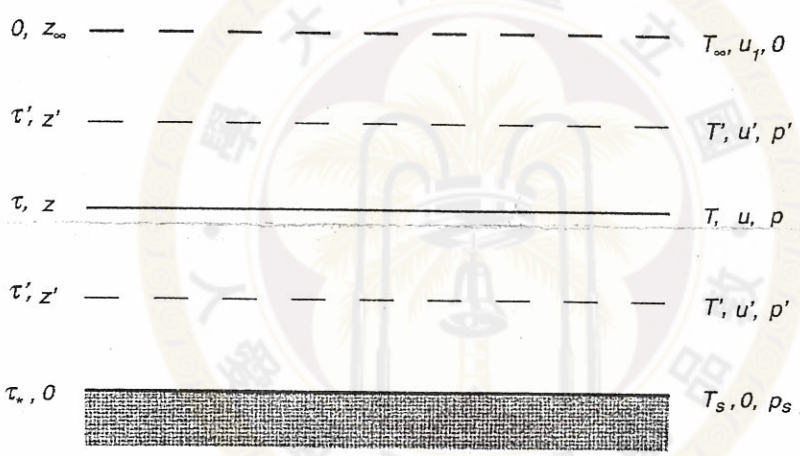

Figure: Coordinate systems in τ, z, u, T, and p for IR radiative transfer in plane-parallel atmospheres. U is the path length for absorbing gases defined from the surface upward. The total path length is denoted by u_1. T_∞ and z_∞ are temperature and height, respectively, at TOA. The surface temperature $T_s = T(\tau_*)$. The surface pressure is denoted by p_s. [Liou02, Figure4.4]

$$I_\nu^{\uparrow}(\tau,\mu) = B_\nu(\tau_*)e^{-(\tau_*-\tau)/\mu} + \int_\tau^{\tau_*} B_\nu(\tau')e^{-(\tau'-\tau)/\mu}\frac{d\tau'}{\mu} \quad \text{(equation 1)}$$

$$I_\nu^{\downarrow}(\tau,-\mu) = \int_0^{\tau} B_\nu(\tau')e^{-(\tau-\tau')/\mu}\frac{d\tau'}{\mu} \quad \text{(equation 2)}$$

Question 6a: 請解釋 equation 1 的 物理意義 (10%)

Question 6b: 請解釋 equation 2 的 物理意義 (10%)

Question 6c: 為什麼 equation 1 是兩項, 但 equation 2 是一項? (10%)

7. 輻射的消弱現象包括了哪些過程？(10%)

8. 請解釋輻射的消弱傳遞方程式 $dI_\lambda = -k_\lambda \rho I_\lambda ds$ 的物理意義及每項(10%)

試題隨卷繳回