

一、窄冷鋒雨帶與寬冷鋒雨帶是溫帶氣旋內部常見的降水組織型態，請分別闡述這兩種雨帶在溫帶氣旋中的發生位置、可能的生成機制及其降水特徵。(25分)

二、請利用準地轉理論(方程)回答下列問題(每小題5分，共15分)

(一)為何大尺度高層噴流條的入區右側通常有利於雲雨的生成?

(二)一般而言，抬舉槽(lifting trough)隨時間的演變為何?

(三)Q向量(Q-vector)的輻散值代表的意義為何?

三、中尺度對流系統中常常存在所謂的中尺度渦旋環流(mesoscale convectively generated vortex, MCV)，試利用羅士培變形半徑的觀點來解釋MCV對於熱帶氣旋旋生的可能影響。(10分)

四、定義動力浮力與熱力浮力分別為  $M = fy - u_g$  和  $\theta$ ，在慣性穩度與靜力穩度成立時，繪斜壓不穩度 y-z 剖面圖顯示傾斜的  $\theta$  面與傾斜的  $M$  面。當不穩度發生時， $\overline{v'_g\theta'}$  與  $\overline{w'\theta'}$  為正或為負?討論斜壓不穩度能量的轉換，斜壓不穩度最不穩定的波長約多長?(10分)。

五、以次環流調整維持熱力風平衡，討論鋒生與鋒消，溫度梯度加大與變小兩種情況，討論直接環流與間接環流，以及暖區或冷區的下雨。何種情形類似 Hadley 胞的調整維持熱力風平衡?(10分)

六、科氏參數  $f$ ，淺水波速速  $c$ ，水平尺度  $L$ 。寫出羅士培變形半徑，並比較  $L$  尺度與羅士培變形半徑的相對大小，對於溫度壓力與風場的影響；也依地轉調整理論討論熱帶地區與中緯度區動力特徵。為什麼太平洋暖池區域很多對流發展，而冷池區域對流不多，但是兩者大氣溫度結構卻相差不多。(10分)

七、由下式推導羅士培波頻散關係，相位分析解釋為何羅士培波向西移動；推導東西方向的群速，解釋討論羅士培波長波與短波能量在東西方向的輸送情形。(10分)

$$\frac{\partial \nabla^2 \psi}{\partial t} + \beta \frac{\partial \psi}{\partial x} = 0$$

八、繪製能量往上與往下傳送的浮力波的相位圖，並標示相速與群速的方向。依據繪製的這兩個相位圖，分別討論  $\overline{u'p'}$ ,  $\overline{w'p'}$ ,  $\overline{u'w'}$  與  $\overline{w'\theta'}$ 。(10分)