

類 科：氣象

科 目：天氣學（包括天氣分析與天氣預報）

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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、有關熱帶海洋地區大氣溫、濕度之典型垂直分布，試回答下列問題：

- (一)試繪圖表示在海平面至 100 hPa間，熱帶海洋地區大氣位溫 (θ)、相當位溫 (θ_e)、及飽和相當位溫 (θ_e^*) 三者之典型垂直分布剖線（作圖之橫軸為 T ，縱軸為 p ，並可設此三者在海平面之值介於 300-365 K）。（10 分）
- (二)承上小題，根據所作之圖，試討論大氣之垂直穩定度狀態，包括穩定或不穩定之種類與出現之氣層高度。（10 分）
- (三)承小題(一)，試說明如何應用所作之圖，估計大氣對流可用位能（convective available potential energy, CAPE）之大小，並說明理由。（5 分）

二、已知由運動學觀點，在 xy 平面上由二維運動所產生之二維鋒生函數（frontogenetical function, F ）可表為：

$$F = \frac{d}{dt} |\nabla_H \theta| = \frac{1}{2} |\nabla_H \theta| [F_1' \cos 2\beta - D]$$

- (一)試說明此式中 F_1' 、 β 、及 D 等三個變數之定義（含數學式）分別為何？（10 分）
- (二)試應用此式，簡要討論變形場與位溫梯度 ($\nabla_H \theta$) 之走向，對鋒生／鋒消作用之影響為何？（5 分）
- (三)試應用此式，簡要討論五、六月臺灣附近（副熱帶）之滯留性梅雨鋒面，與一般中緯度冬季之冷鋒，其鋒生過程之主要差異為何？（5 分）

三、已知簡化之準地轉（quasi-geostrophic, QG）渦度方程式與熱能方程式分別為：

$$\nabla^2 \chi = -f_0 \vec{\mathbf{V}}_g \cdot \nabla \left(\frac{1}{f_0} \nabla^2 \Phi + f \right) + f_0^2 \frac{\partial \omega}{\partial p} \quad \text{與} \quad \frac{\partial \chi}{\partial p} = -\vec{\mathbf{V}}_g \cdot \nabla \left(\frac{\partial \Phi}{\partial p} \right) - \sigma \omega$$

其中 $\chi = \partial \Phi / \partial t$ ， Φ 為重力位， $\sigma = -\alpha (d \ln \theta / dp)$ 為靜力穩定度參數，其他符號均為一般常用者。試回答下列問題：

- (一)試由簡化之 QG 渦度與熱能方程式，推導出 QG omega 方程式。（10 分）
- (二)試應用 QG omega 方程式，分別診斷發展中之溫帶氣旋，在高層槽前與低層暖平流區所伴隨之垂直運動形式，並在物理上加以解釋。（15 分）

(請接背面)

類 科：氣象

科 目：天氣學（包括天氣分析與天氣預報）

四、採用圓柱座標 (r, θ, p) 討論颱風時（ r 為半徑， θ 為方位角），其速度分量為 (V_r, V_θ, ω) ，則由軸對稱（切向平均）之徑向與切向運動方程式，可分別導出下列兩式：

$$\overline{(f + \zeta)} \frac{\partial \overline{V_\theta}}{\partial p} = \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial \overline{\Phi}}{\partial p} \right) \quad \text{與} \quad \frac{\partial \overline{V_\theta}}{\partial t} = \overline{-V_r(\zeta + f)} - \overline{\omega \frac{\partial V_\theta}{\partial p}} + \overline{F_\theta}$$

其中，上方橫線表切向平均， F_θ 為切向摩擦加速度，其餘符號均為一般常用者。試回答下列問題：

(一) 試問在導出第一式時，其力平衡假設為何？（5 分）

(二) 試應用此兩式，討論颱風渦旋之熱力與風場結構特徵，及其增強／減弱之機制為何？（10 分）

(三) 試討論颱風本身強度，對其結構與發展之影響為何？（5 分）

五、試說明下列有關數值天氣預報模式之問題：

(一) 何謂參數化（parameterization）？（5 分）

(二) 現行的數值天氣預報模式中，有那些過程需要進行參數化？（5 分）