

所別：大氣物理研究所碩士班 不分組 科目：大氣動力學

1. 簡答題 (20%,每小題 5%)

- (1) 證明或說明兩等氣壓層間之厚度和平均溫度成正比。
- (2) 以熱力風觀念說明中緯度的西風為什麼會隨高度增強。
- (3) 以 $\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{DT}{Dt} - \vec{U} \cdot \nabla T$ 中每一項的作用，說明中大測站溫度變化的可能原因。
- (4) 說明準地轉系統的假設與特性。

2. 大氣運動的渦度方程可以寫為

$$\frac{D}{Dt}(\zeta + f) = -(\zeta + f) \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) - \left(\frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial z} \right) + \frac{1}{\rho^2} \left(\frac{\partial \rho}{\partial x} \frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial \rho}{\partial y} \frac{\partial P}{\partial x} \right)$$

- (1) 解釋每一項的物理意義，並詳細討論等號右邊各項的物理機制如何影響相對渦度之變化。(10%)
- (2) 請針對中緯度綜觀尺度級之大氣運動進行渦度方程的尺度分析，並說明控制中緯度綜觀尺度級之大氣運動渦度變化的主要物理因素，並說明之。(5%)

$U \sim 10 \text{ms}^{-1}$	水平風速	$\rho \sim 1 \text{kgm}^{-3}$	平均密度
$W \sim 1 \text{cms}^{-1}$	垂直風速	$\frac{\delta \rho}{\rho} \sim 10^{-2}$	密度擾動
$L \sim 10^6 \text{m}$	水平尺度	$\frac{L}{U} \sim 10^5 \text{s}$	時間尺度
$H \sim 10^4 \text{m}$	垂直尺度	$f_0 \sim 10^{-4} \text{s}^{-1}$	科氏參數
$\delta p \sim 1 \text{kpa}$	水平氣壓尺度	$\beta \sim 10^{-11} \text{m}^{-1} \text{s}^{-1}$	beta 參數

- (3) 請由尺度分析比較輻散度與相對渦度(ζ)及地球渦度(f_0)的相對大小。(5%)
- (4) 在什麼條件下，我們可以由尺度分析後的渦度方程式推導出正壓位渦方程式

(Rossby 位渦方程式) $\frac{D_h}{Dt} \left(\frac{\zeta_s + f}{h} \right) = 0$ 。(5%)

注意：背面有試題

參考用

所別：大氣物理研究所碩士班 不分組 科目：大氣動力學

3. 大氣邊界層的動量平衡方程式可以表示為

$$f(\bar{v} - v_g) - \frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z} = 0$$

$$-f(\bar{u} - u_g) - \frac{\partial \overline{v'w'}}{\partial z} = 0$$

- (1) 請解釋 $\overline{u'w'}$ 、 $\overline{v'w'}$ 以及上面式子每一項的物理意義。(5%)
- (2) 什麼是 Flux-Gradient Theory? 應用此理論於上面的方程式可以做什麼具體的處理?(5%)
- (3) 什麼是混合長度理論? 此理論如何應用於邊界層方程式的處理?(5%)

4. 兩層斜壓模式的頻散方程為

$$C = U_m - \frac{\beta(k^2 + \lambda^2)}{k^2(k^2 + 2\lambda^2)} \pm \delta^{\frac{1}{2}}$$

$$\delta = \frac{\beta^2 \lambda^4}{k^4(k^2 + 2\lambda^2)^2} - \frac{U_T^2(2\lambda^2 - k^2)}{k^2 + 2\lambda^2}$$

其中 $\lambda^2 = \frac{f_0^2}{\sigma(\delta p)^2}$, $U_m = \frac{(U_1 + U_3)}{2}$, $U_T = \frac{(U_1 - U_3)}{2}$

- (1) 什麼是斜壓不穩定? 發生斜壓不穩定之條件是什麼?(10%)
- (2) 說明靜力穩定度以及 β 對穩定長波或短波有什麼作用。(5%)
- (3) 討論不穩定斜壓波之結構以及能量來源。(10%)

5. 聲波、淺水重力波與 Rossby wave 之頻散方程分別為

$$C_s = \pm(\gamma RT)^{\frac{1}{2}}$$

$$C = \pm\sqrt{gH}$$

$$C_x - \bar{u} = -\frac{\beta}{k^2 + l^2}$$

討論比較這些波之特性、存在之條件以及發生的機制，並說明群速與相速之關係。(15%)

