

國立中央大學 109 學年度碩士班考試入學試題

所別：大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(一般生)
大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(在職生)

共 1 頁 第 1 頁

科目：大氣動力學

本科考試禁用計算器

*請在答案卷(卡)內作答

- 一、(a) 氣壓(p)座標下水平動量方程式為 $\frac{D\mathbf{V}}{Dt} + f\mathbf{k} \times \mathbf{V} = -\nabla_p \Phi$ ，其中 $\mathbf{V} = u\mathbf{i} + v\mathbf{j}$ 為水平速度， Φ 為重力位。試由此方程式在自然座標下得出梯度風(gradient-wind)平衡方程。(5分)
- (b) 以尺度分析方法說明強烈颱風暴風圈內乃處於氣旋流(cyclostrophic flow)平衡。(5分)
- (c) 由此梯度風下的熱力風平衡，說明強烈颱風的低層中心必須為暖心低壓。(5分)
- 二、在適當假設下，大氣運動過程中氣塊的位溫、位渦及絕對渦度皆各有物理量保守的性質(即隨時間不變)，但在有些情況下不會保守，試討論之。(10分)
- 三、請解釋 Rossby 波形成的原因，並試由線性化的正壓渦度方程(linearized barotropic vorticity equation)，證明相對於緯向平均西風的 Rossby 波必須向西傳播，同時估計其相速。(15分)
- 四、試將水平動量方程式表達於直角座標(x, y, z)，由此推導出垂直渦度方程式，討論此方程式的各項物理過程如何改變垂直渦度，並由此說明颱風環流如何增強及移動。(10分)
- 五、(a)何謂 Ertel 位渦(potential vorticity)? 此位渦有何重要物理性質及意義? (5分)
- (b)說明此 Ertel 位渦方程的動量源(如摩擦力)與熵源(如潛熱)對位渦收支之貢獻。(10分)
- 六、(a) 何謂斜壓不穩定? 兩層準地轉模式所得到的最容易發展的斜壓波波長約為多少?(5分)
- (b) 說明為何低於或超過此波長甚多的斜壓擾動反而會穩定下來。(5分)
- (c) 試以能量學的觀點說明斜壓波擾動發展的機制以及與高、低層槽脊線相位的關係。(10分)
- 七、準地轉緯向平均的經向質量傳送流函數 $\bar{\chi}$ ，其環流型式在無小尺度摩擦作用下為橢圓方程式：

$$\frac{\partial^2 \bar{\chi}}{\partial y^2} + \frac{f_0^2}{N^2 \rho_0} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial \bar{\chi}}{\partial z} \right) = \frac{\rho_0}{N^2} \left[\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\kappa \bar{J}}{H} - \frac{R}{H} \frac{\partial}{\partial y} (\overline{v'T'}) \right) - f_0 \frac{\partial^2}{\partial z \partial y} (\overline{u'v'}) \right]$$

\bar{J} 為緯向平均的非絕熱(diabatic)加熱率， H 為大氣特性高度，其餘變數則為一般定義。

- (a) 試以此解釋觀測到的直接環流(Hadley cell)及間接環流(Ferrel cell)並繪圖加以說明。(10分)
- (b) 解釋經向環流(\bar{v}, \bar{w})如何配合非絕熱加熱及渦流熱量與動量通量以維持熱力風平衡。(5分)

參考用