

所別：大氣科學學系大氣物理碩士班 不分組(一般生) 科目：大氣動力學 共 1 頁 第 1 頁  
 大氣科學學系大氣物理碩士班 不分組(在職生)

本科考試禁用計算器

\*請在試卷答案卷(卡)內作答

參考用

一、直角座標(x, y, z)下水平動量方程式的向量型式為  $\frac{D\mathbf{V}}{Dt} = -f\mathbf{k} \times \mathbf{V} - \frac{1}{\rho}\nabla p$ ，其中  $\mathbf{V} = u\mathbf{i} + v\mathbf{j}$

為水平速度向量， $\frac{D\mathbf{V}}{Dt}$  為氣塊之慣性加速度。試將此動量方程式表達於

(a)等熵座標(isentropic coordinates)。(10分)

(b)自然座標(natural coordinates)。(10分)

二、(a)由第一題(b)說明何謂梯度流(gradient flow)。(5分)

(b)說明在南、北半球正常低壓氣旋如何取得梯度風平衡(gradient wind balance)。(5分)

(c)試證明北半球正常低壓氣旋之絕對角動量為正，但對異常低壓而言則為負。(5分)

三、(a)利用環流量(circulation)與渦度(vorticity)的關係，導出自然座標下的垂直渦度包括兩種分量，

即風切渦度(shear vorticity)與曲率渦度(curvature vorticity)，並舉例解釋其正負值。(10分)

(b)假設北半球颱風為純旋轉之氣旋環流，說明在其最大暴風半徑內之垂直渦度必為正。(5分)

(c)在最大暴風半徑外，其切線風場如何分布(徑向變化)才能使颱風氣旋不具垂直渦度。(5分)

四、穩態的(steady-state)二維山嶽波之解析解(垂直速度 w)為

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} + \ell^2 w = 0$$

其中  $\ell$  為 Scorer parameter，

$$\ell^2 = \frac{N^2}{\bar{u}^2} - \frac{1}{\bar{u}} \frac{d^2 \bar{u}}{dz^2}$$

(a)試由此說明何種條件(如平均風  $\bar{u}$ 、穩定度  $N$ 、地形)容易產生持續向上傳送之山嶽波。(5分)

(b)常觀測到僅侷限於低層擾動之背風山嶽波(lee waves)，請說明可能之環境配合條件。(5分)

五、(a)試說明準地轉斜壓波發展與水平波長之關係以及如何受  $\beta$  平面效應之影響。(10分)

(b)說明斜壓波動能與可用位能轉換過程及與子午向環流之關係。(10分)

六、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：

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

$\bar{J}$  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。

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，另同時須解釋經向環流( $\bar{v}, \bar{w}$ )如何配合非絕熱加熱及渦流熱量與動量通量以維持緯向的熱力風平衡。(15分)

