

※ 注意：請於試卷內之「非選擇題作答區」依序作答，並應註明作答之大題及小題題號。

- (15%)解釋名詞
  - 熱力風(thermal wind).
  - 相當位溫(equivalent potential temperature).
  - Rossby number.
- (10%)試分別就東西方向與南北方向運動，解釋產生科氏力(Coriolis force)的原因，並寫出僅考慮科氏力之運動方程式。
- (15%)靜力平衡方程式(the hydrostatic equation)如下：

$$\frac{dp}{dz} = -\rho g$$

- 試問該方程式在何種條件下(使用了什麼假設)所推導得到的？
  - 假設大氣為等溫大氣，試推導高度與壓力之關係式。
  - 試以等溫大氣為例，定義一個具有代表性之大氣垂直厚度尺度。
- (15%)考慮一平底圓柱形水槽，內裝不可壓縮流體以 $\Omega$ 的角速度作剛體旋轉(solid-body rotation)，液體的上表面(upper boundary)為自由液面(free surface)， $H$ 為水槽中心點的液面高度。試推導液面高度與距水槽中心點距離( $r$ )的關係式。
  - (15%)考慮兩相同振幅(amplitude)，但波數與頻率略為不同之兩波動，將它們疊加之後，擾動量為：

$$\psi(x, t) = \exp\{i[(k + \delta k)x - (\nu + \delta \nu)t]\} + \exp\{i[(k - \delta k)x - (\nu - \delta \nu)t]\}$$

試以此方程式推導波動之群速為 $c_g = \frac{\partial \nu}{\partial k}$ ，並說明群速之意義。

- (15%)準地轉理論中，Geopotential tendency equation 如下：

$$\left[ \nabla^2 + \frac{\partial}{\partial p} \left( \frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial}{\partial p} \right) \right] \chi = -f_0 \vec{V}_g \cdot \nabla \left( \frac{1}{f_0} \nabla^2 \Phi + f \right) - \frac{\partial}{\partial p} \left[ -\frac{f_0^2}{\sigma} \vec{V}_g \cdot \nabla \left( -\frac{\partial \Phi}{\partial p} \right) \right]$$

- 試解釋方程式各項之物理意義。
  - 對於一個發展中之中緯度之斜壓波而言，以定性方式說明並解釋各項目之大小關係為何？
- (15%)對於一中緯度地區，在 $\beta$ 面上之正壓渦度垂直分量方程式為：

$$\left( \frac{\partial}{\partial t} + u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} \right) \zeta + \beta v = 0$$

- 試用 normal mode 假設推導以下頻散關係(dispersive relation)：

$$v = \bar{u}k - \beta k / K^2$$

其中 $K^2 = k^2 + \ell^2$ ， $k$ 與 $\ell$ 分別為東西與南北方向之波數。

提示：
$$\left( \frac{\partial}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial}{\partial x} \right) \nabla^2 \psi' + \beta \frac{\partial \psi'}{\partial x} = 0$$

- 試問該波動之特性為何。

試題隨卷繳回