

# Atmospheric Dynamics

## Homework VI

**Deadline: 2006.06.08**

- (1) 從動量、能量、水氣平衡之觀點，簡述地球大氣環流。  
(2) 數值天氣預報大致可以分爲 (1)觀測 (2)分析 (3)初始化 (4)模式預報四部分。討論此四部分意義。  
(3) 畫示意圖討論  $\overline{u'_g v'_g} > 0$ ,  $\overline{v'_g \theta'} > 0$  之意義。這些物理量分別在對流層高層或低

層重要？討論  $-\frac{\partial(\overline{u'_g v'_g})}{\partial y} > 0$  以及  $-\frac{\partial \overline{v'_g \theta'}}{\partial y} > 0$  之物理意義。

- (4) 考慮  $\sigma$  座標 ( $\sigma = p/p_s$ ) 下式轉換氣壓梯度力從  $p$  座標至  $\sigma$  座標(不用去導式子)，

$$\nabla_p \phi = \nabla_\sigma \phi + \alpha \sigma \nabla_\sigma p_s$$

畫示意圖並討論上式在 NWP 模式陡峭山附近氣壓梯度力項計算問題。

- (5) 考慮以下  $\sigma$  座標方程式及其上下邊界條件  $\frac{d\sigma}{dt} = 0$ ,  $\sigma = 0, 1$ .

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \cdot \nabla_\sigma V + \frac{d\sigma}{dt} \frac{\partial V}{\partial \sigma} = -(f k \times V + \nabla_\sigma \phi + \alpha \sigma \nabla_\sigma p_s), \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + V \cdot \nabla_\sigma \theta + \frac{d\sigma}{dt} \frac{\partial \theta}{\partial \sigma} = Q, \dots\dots\dots(2)$$

$$\frac{\partial p_s}{\partial t} = - \int_0^1 \nabla_\sigma \cdot (p_s V) d\sigma, \dots\dots\dots(3)$$

$$p_s \frac{d\sigma}{dt} = -(\sigma \frac{\partial p_s}{\partial t} + - \int_0^\sigma \nabla_\sigma \cdot (p_s V) d\sigma), \dots\dots\dots(4)$$

$$\alpha = \frac{\theta R}{p_s \sigma} \left( \frac{p_s \sigma}{p_0} \right)^{\frac{R}{c_p}}, \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial \sigma} = -p_s \alpha, \dots\dots\dots(6)$$

- (甲) 爲何要使用  $\sigma$  垂直座標系統。  
(乙) 說明上式之應變數 (dependent variables) 以及各應變數所包含之自變數 (dependent variables).  
(丙) 說明上六物理方程式之名稱與意義。  
(丁) 寫出上六式預報步驟。

(5) 考慮下列 *Quasi - geostrophic zonally symmetric circulation* 方程

$$\bar{q} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} q dx$$

$N^2$  為 *static stability*.