

等別(級)：薦任

類科(別)：氣象

科目：大氣動力學

考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、靜力的大氣預報模式可表示在高度座標 ( $z$ -座標) 或追隨地勢座標 ( $\sigma$ -座標)

(一)試寫出  $z$ -座標下的水平動量方程式 (含氣壓梯度力與科氏力) 及靜力方程式。  
(5分)

(二)試導出  $\sigma$ -座標下的水平動量方程式 (含氣壓梯度力與科氏力) 及靜力方程式，假設

$$\sigma = H \frac{z - E(x, y)}{H - E(x, y)}$$

( $H$  為固定常數的模式上邊界高度， $E$  為地形高度)。(10分)

二、由氣壓座標之基本方程式

(一)導出熱力風 (thermal wind) 方程式。(5分)

(二)由上解釋在南、北半球冬季對流層的中緯度西風強度必須隨高度增加。(10分)

三、試由線性化的二維小擾動淺水 (shallow water) 方程系統 (假設  $f$ -plane，無基本平均氣流場)

(一)導出波動的頻散關係，證明此重力波為非頻散的 (non-dispersive)。(10分)

(二)證明任一點的位渦 (potential vorticity) 為保守的 (不隨時間變化)。(5分)

四、(一)說明慣性不穩定 (inertial instability) 及其發生的條件。(10分)

(二)由上說明對稱不穩定 (symmetric instability) 如何發生。(10分)

五、(一)請說明準地轉的緯向平均方程式組及如何形成封閉系統。(10分)

(二)利用上述方程式，解釋渦流通量、科氏力及垂直運動在間接經向環流 Ferrel 胞的作用。(10分)

六、一維的物理量( $q$ )平流方程式可表示為

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -u \frac{\partial q}{\partial x}$$

其中  $u$  為東西向風速。氣象模式常使用尤拉 (Eulerian) 的二階蛙跳 (leapfrog) 有限差分法 (finite differences) 來計算平流。

(一)討論此法的計算穩定度條件 (stability criterion) (假設  $u$  為常數)。(10分)

(二)此法並不是正定義平流格式，即平流後會產生負值。對質量平流，常改用一階上游 (upstream) 差分法，說明其可滿足正定義平流。(5分)