

類 科：氣象

科 目：大氣動力學

考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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、試解釋下列名詞物理意義：(每小題5分，共15分)

(一)熱力風 (thermal wind)

(二)尺度分析 (scale analysis)

(三) $\beta$ 平面近似 ( $\beta$ -plane approximation)

二、二維純內重力波控制方程可簡化成：(每小題5分，共15分)

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial}{\partial x}\right)^2 \left(\frac{\partial^2 w'}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w'}{\partial z^2}\right) + N^2 \frac{\partial^2 w'}{\partial x^2} = 0$$

其中  $N$  為 Brunt-Vaisala 頻率， $\bar{u}$  為平均緯向風， $w'$  為擾動垂直速度。

(一)利用波動假設，推導純內重力波之頻散關係式；

(二)承上題，利用頻散關係式推導純內重力波之相速和群速；

(三)承上題，證明純內重力波相速和群速傳播方向互為垂直。

三、準地轉系統最終可表達成下列趨勢方程：(每小題10分，共20分)

$$\left(\nabla^2 + \frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial^2}{\partial p^2}\right)x = -f_0 \bar{v}_g \cdot \nabla \left(\frac{1}{f_0} \nabla^2 \phi + f\right) + \frac{f_0^2}{\sigma} \frac{\partial}{\partial p} (-\bar{v}_g \cdot \nabla \frac{\partial \phi}{\partial p})$$

其中  $f_0$  為科氏參數， $\sigma$  為靜力穩定度， $x$  為重力位趨勢， $\phi$  為重力位。

(一)討論等號右邊第一項在中緯度槽脊系統移動和發展的角色；

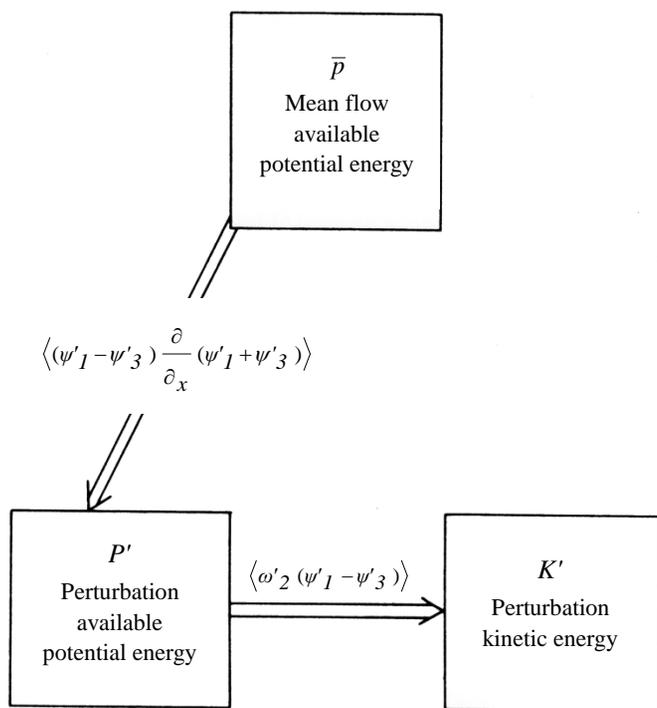
(二)討論等號右邊第二項在中緯度槽脊系統移動和發展的角色。

四、請就密度和溫度、壓力間關係、地轉風是否隨高度變化、熱力風是否存在、天氣系統隨高度強度是否改變、天氣系統隨高度是否傾斜等特性，分別討論正壓和斜壓大氣之特徵。(10分)

(請接背面)

類 科：氣象  
科 目：大氣動力學

五、下圖為二層模式斜壓波能量循環圖，其中  $\bar{p}$  為平均位能， $p'$  為擾動位能， $K'$  為擾動動能， $\psi$  為地轉流函數， $\omega$  為氣壓垂直速度。箭頭指向代表能量轉換方向，試說明能量循環圖中各過程之物理意義。(10分)



六、何謂第二類條件性不穩定 (CISK)？赤道上是否存在 CISK？並請解釋之。(10分)

七、如下圖之同心圓柱桶，實心內桶半徑為 10 公分，外桶半徑為 20 公分，桶高 10 公分。若加滿之流體於內外桶間以反時針和向外方向流動，其流速如下：

$$u = 7 - 0.2r$$

$$v = 40 + 2r$$

其中  $r$  代表與圓心之距離， $u$  和  $v$  分別為徑向 (radial) 和切向 (tangential) 速度，單位為公分/秒。若流體為不可壓縮，試求：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)同心圓柱桶內流體之環流量 (circulation)。
- (二)同心圓柱桶內流體之平均渦度 (vorticity)。
- (三)同心圓柱桶內流體之平均散度 (divergence)。
- (四)同心圓柱桶內頂部之平均垂直速度 (假設桶底垂直速度為零)。

