

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) β 平面近似 (β -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）

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

其中 f_0 為科氏參數， σ 為靜力穩定度， x 為重力位趨勢， ϕ 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；

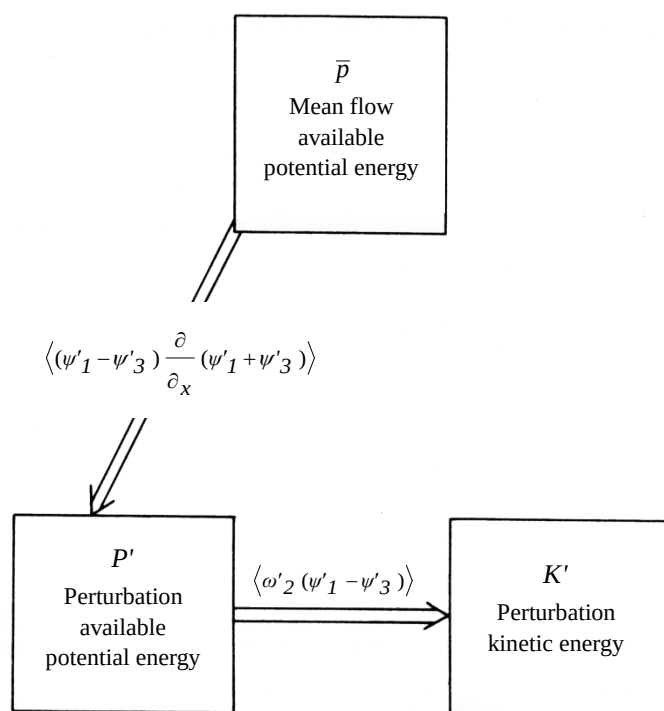
(二)討論等號右邊第二項在中緯度槽脊系統移動和發展的角色。

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， ψ 為地轉流函數， ω 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）。

