第一題：名詞解釋（每小題 4 分，共 40 分）

（1）位渦　　（2）$\beta$-平面假設
（3）波辛尼格近似　　（4）$Q$-向量
（5）地轉調節　　（6）可用位能
（7）羅士培數　　（8）旋轉流
（9）熱力風　　（10）尺度分析

第二題：準地轉系統方程包含「準地轉渦度方程」和「準地轉熱力方程」

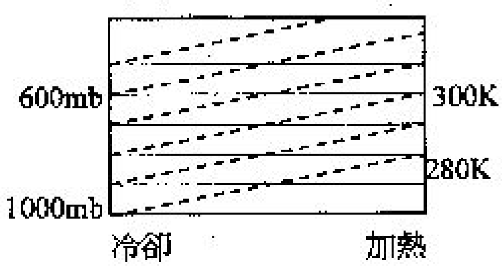
$$\frac{\partial \zeta_g}{\partial t} = -\vec{v}_g \cdot \nabla(\zeta_g + f) + f_0 \frac{\partial \omega}{\partial p}$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \vec{v}_g \cdot \nabla\right) T - \left(\frac{\sigma p}{R}\right)\omega = \frac{J}{C_p}$$

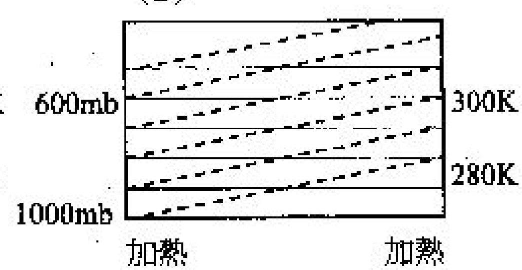
（1）寫出「準地轉系統」所有假設。
（2）利用上式推導重力位趨勢方程。
（3）討論渦度平流和溫度平流在中緯度槽脊系統所扮演之角色。
（4）解釋爲何槽脊系統必須隨高度往西傾斜？
（每小題 5 分，共 20 分）

第三題：根據你的判斷下面二圖中之位能和可用位能增減情形爲何？並解釋之！
（每小題 5 分，共 10 分）〔提示：實線爲等壓面，虛線爲位溫面〕

（1）




（2）




第四題：已知二維純內重力波之控制方程可簡化成（每小題 5 分，共 10 分）

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

（1）利用波動假設試推導上式之頻散關係式。
（2）討論純內重力波之傳播特徵（如：相速、群速）。

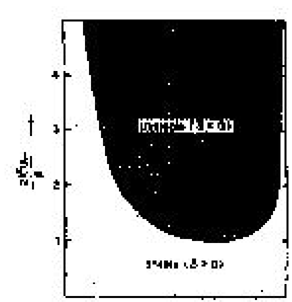
第五題：自然座標梯度風方程可寫成（本題佔 10 分）

$$v = -\frac{fR}{2} \pm \left(\frac{f^2R^2}{4} - R\frac{\partial \phi}{\partial n}\right)^{1/2}$$

試寫出四種有物理意義的解，並繪圖討論之。

第六題：右圖爲二層斜壓模式中性穩定度曲線，陰影區代表斜壓不穩定區。請根據討論斜壓不穩定相關之特性。

（本題佔 10 分）



1. 已知 $\vec{V} = \vec{V}_g - \frac{RT}{p}\nabla_z\left(\frac{\partial p}{\partial t}\right)$, 則
(20%)

(1) 右側第二項代表什麼？

(2) 請圖示(附說明) $\vec{V}$, $\vec{V}_g$, 以及(1)的關係。

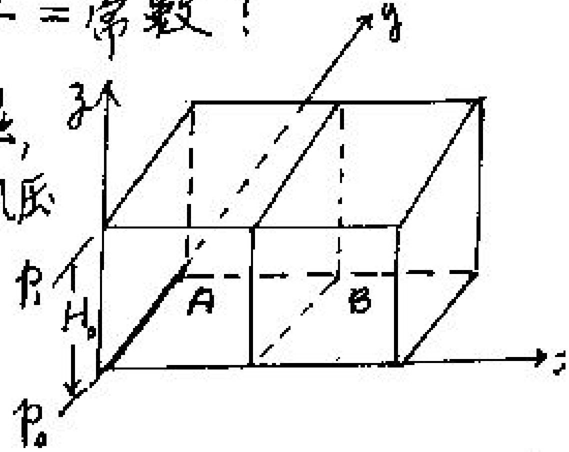
2. 已知渦度方程可寫成
(20%)

$$\frac{D\eta}{Dt} = -(f+\zeta)D + \hat{k}\cdot\left[(\nabla p\times\nabla\alpha) + \frac{\partial\vec{V}}{\partial z}\times\nabla w + \nabla\times\vec{F}_r\right], 則$$

(1) 在何條件下, 可得到 $\frac{\zeta+f}{H}$ = 常數？

(2) 右圖為在xy平面上的空氣塊, 其初始厚度為$H_0$, 底與頂的氣壓分別為$P_0$與$P_1$。

(a) $\frac{T_{A0}}{T_{B0}} = ?$



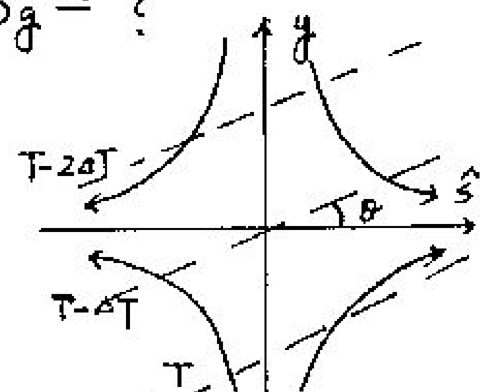

(b) 設初始時A、B兩處的相對渦度 $\zeta_{A0} = \zeta_{B0} = 0$, 則在 $T_A = T_{A0} - \Delta T$, $T_B = T_{B0} + \Delta T$ 中 $\zeta_A$ 與 $\zeta_B$ 如何變

3. 已知 $\vec{V}_g = \frac{g}{f_0}\hat{k}\times\nabla_p z$, 則
(24%)

(1) $\zeta_g = ?$ (2) 如果 $f_0$ 非常數, 而為 $f(y)$, $\zeta_g =$

(3) 如果將 $\zeta_g$ 以差分式表之, $\zeta_g = ?$

4. 右圖中T代表溫度, S代表流線, 請問
(21%)




(1) 圖中x, y各代表什麼軸？

(2) 如果要有鋒面生成 θ = ? (3) 生成之鋒面約平行於那一個軸

5. 翻譯並解釋下列名詞:
(15%)

(1) LLJ, (2) CAPE, (3) CISK, (4) LCL, (5) β effect

每題 20 分

1. 二維無旋轉不可壓縮流體，若 $\phi$ 為速度位(velocity potential)，$\psi$ 為流函數(stream function)，證明 $\phi$ 與 $\psi$ 互為正交函數。

2. (a)何謂環流(circulation)？ (10%)

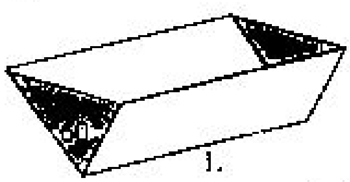
(b)環流與渦度(vorticity)有何關係？ (10%)

3. 若 $\vec{V} = u_0 \sin(\omega(t - y / v_0))\hat{i} + v_0\hat{j}$，$u_0$、$v_0$ 及 $\omega$ 為常數，t 為時間

(a)求流線(stream line) (10%)

(b)求跡線(path line; trajectory) (10%)

4.




一 60 度之 V 形槽，長度為 L，高度 H，以一直徑為 a、流速為 u 之水管向內注入水，時間開始時槽中無水。

(a)求任一瞬時間之水位高度 h (10%)

(b)注滿水需多少時間？ (10%)

5. 在推導流體力學方程式時經常用到"**控制體積(control volume)**"的概念，何謂控制體積？有何重要性？

考生作答前請詳細閱讀下列注意事項：

1)本學科試題紙合計一頁

2)試題型式為計算與演繹(共伍題，共計100分)

3)請在答案紙欄上依序註明題目號碼(例如：1、2、...、5)

4)請詳細作答以免評分錯誤

計算時可利用下列數據：

熱功當量：$4.19J/cal$

一大氣壓：$1atm = 1.01\times10^5 N/m^2$

亞佛加厥常數：$N_0 = 6.02\times10^{23}$ 粒子/莫耳

波茲曼常數：$k = 1.38\times10^{-23} J/^\circ K \cdot$ 分子

理想氣體常數：$R = 8.32 J/^\circ K = 0.082 atm \cdot \ell / mole \cdot ^\circ K$

史蒂芬-波茲曼常數：$\sigma = 5.6696\times10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$

1.假設人體的總表面積是$1.2m^2$，其表面溫度是$30^\circ C$，試求此人體的能量輻射率大小？設人體表面的發射係數$e=1$。(15%)

2.一克的水其體積為$1cm^3$，當其在一大氣壓的壓力下沸騰時，其體積變為$1671cm^3$。已知在此壓力的汽化熱是$539cal/g$，試求該變化過程對外界所作的功和增加的內能。(20%)

3.一氣缸盛有氧氣，溫度為$20^\circ C$，壓力為$15atm$，體積為100公升。當活塞下降後，其體積減為80公升，而溫度升高為$25^\circ C$，試求此狀態下的壓力大小？(15%)

4.試證理想氣體在等溫膨脹過程中所作的功可表為$W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$，其體積由$V_1$膨脹至$V_2$。(20%)

5.試證(a)壓力隨高度變化的定律可表為$\ln\frac{p_2}{p_1} = -\frac{Mg}{RT}(y_2 - y_1)$，其中$p_1$和$p_2$分別是高度$y_1$和$y_2$處的壓力；(b)單位體積的分子數隨高度變化的定律可表為$\ln\frac{n_2'}{n_1'} = -\frac{N_0 mg}{RT}(y_2 - y_1)$，其中$n_1'$和$n_2'$分別是高度$y_1$和$y_2$處的每單位體積的分子數。(30%)