

一、基礎觀念題：[每小題 5 分，本題共佔 20 分]

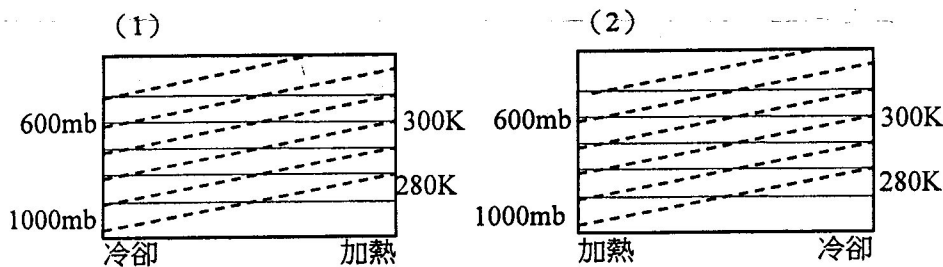
- (1) 試以熱力風 (thermal wind) 觀念，解釋為何西風噴流 (westerly jet) 位於中緯度對流層頂附近？
- (2) 試以梯度風 (gradient wind) 觀念，解釋為何高壓中心氣壓梯度力大小會有限制，不可能太大？
- (3) 試以「第二類條件性不穩定」(conditional instability of the second kind, CISK) 理論解釋颱風 (typhoon) 之維持。
- (4) 試繪出大氣邊界層內「氣壓梯度力」(pressure gradient force)、「科氏力」(Coriolis force)、「摩擦力」(frictional force) 三者之力平衡 (balance of forces) 關係。

二、在自然座標下，法線方向 (normal direction) 之動量方程式可寫成：

$$\frac{v^2}{R} + f v = -\frac{\partial \phi}{\partial n} \quad (1)$$

試分別寫出「慣性流」(inertial flow)、和「旋轉流」(cyclotrophic flow) 之解，並繪圖討論三者之力平衡特徵！[本題佔 20 分]

三、根據你的判斷下面二圖中之內能、位能、可用位能三者之增減情形為何？並解釋之！【提示：實線為等壓面，虛線為等位溫面。左圖代表冷區加熱，暖區冷卻；右圖代表暖區加熱，冷區冷卻】[每小題 5 分，本題共佔 10 分]



四、一維大氣聲波 (sound wave) 的擾動方程可寫成：[本題佔 20 分]

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \bar{u} \frac{\partial}{\partial x} \right)^2 p' - \frac{\gamma \bar{p}}{\bar{\rho}} \frac{\partial^2 p'}{\partial x^2} = 0 \quad (2)$$

其中 $\bar{u}$ 為平均緯向西風， $\bar{p}$ 為平均氣壓， $\bar{\rho}$ 為平均密度， $()'$ 代表其擾動場， $\gamma = c_p / c_v$ 為常數。試以小擾動法 (perturbation method) 推導聲波之頻散關係式 (dispersion relationship)，並討論聲波之相速 (phase speed) 和群速 (group velocity) 傳播特徵。

五、假設中緯度某地 1000-700 hPa 等壓面間之氣柱厚度為 2.9 公里，在其東方 500 km 處之氣柱厚度為 3 公里，試問：[每小題 10 分，本題共佔 20 分]

- (1) 兩地間熱力風大小和方向為何？
- (2) 承上題，若此時伴隨冷平流現象，請畫出熱力風、1000hPa 地轉風、700hPa 地轉風三者之向量關係。

【提示：科氏參數 $f = 10^{-4} s^{-1}$ ；重力常數 $g = 9.8 m s^{-2}$ 】

六、有一位棒球選手在緯度 30 度處投球，若 2 秒之內投球水平距離 100 公尺，請問因地球自轉效應，該球被水平位移多少距離？[本題佔 10 分]

【提示：地球自轉角速度 $\Omega = 7.292 \times 10^{-5} rad s^{-1}$ 】

中國文化大學