

# 國立中央大學八十五學年度碩士班研究生入學試題卷

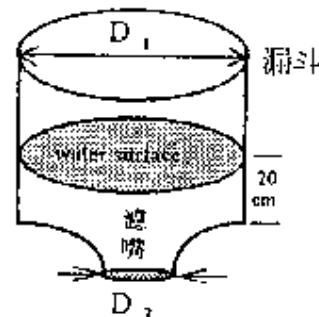
所別: 大氣物理研究所 不分組 科目: 流體力學

共 / 頁 第 / 頁

1. 考慮一自由渦旋 (free vortex,  $v_\theta = \frac{A}{r}$ , 其中  $A$  為常數,  $r$  為至旋轉中心距離) 來模擬一龍捲風的圓周運動, 假設在距離龍捲風中心 500 公尺處的切向速度為 30 m/sec,
- 試計算此龍捲風環流之環流量 (circulation);
  - 試計算此龍捲風環流之渦旋度 (vorticity);
  - 請利用 Stokes' theorem 來說明環流量與渦旋度兩者間的關係以及其物理意義, 並以本題為例說明此關係應用上之限制。(15%)

2. 有一漏斗如圖示, 開始時漏斗下方用塞子塞住, 並用一攪拌器讓漏斗內之水產生角速度  $\omega_0$ , 然後把塞子拿掉, 發現水面每秒下降 1 cm, 試估計 10 秒後在漏斗內水的角速度為多少? (15%)

- 數據 (1)  $\omega_0 = \frac{\pi}{2} \text{ sec}^{-1}$ ,  
 (2)  $D_1$  (漏斗直徑) = 50 cm,  
 (3)  $D_2$  (漏斗直徑) = 5 cm.



註: 在計算過程須說明根據之原理及假設。

3. 請以分子擴散尺度 (diffusion length) 以及平流時間尺度 (advection time scale) 來討論邊界層厚度與雷諾數 (Reynolds number) 間的關係, 並說明高雷諾數時邊界層形成之過程。(15%)

4. 實際觀測的平均大氣於近地 10 公里的氣壓  $p$  與密度  $\rho$  的關係為  $\frac{p}{p_0} = \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^n$

其中下標 0 表示海平面值,  $n$  約為 1.2。若不考慮重力加速度隨高度變化, 試利用靜力方程式 (hydrostatic equation) 估計在 10 公里高的氣壓與海平面氣壓的比值。(10%)

5. 請說明不可壓縮 (incompressible) 流體的白努利方程 (Bernoulli's equation)。試應用於投手投球, 如何才能投出下墜球? (15%)

6. 流体運動的加速度可表為  $\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + [\nabla \cdot \rho \mathbf{v} \mathbf{v}] = \mathbf{f}$  其中  $\mathbf{v}$  為速度向量,  $\rho$  為密度,  $\mathbf{f}$  為流体單位體積所受的力。

- 試討論至少三種  $\mathbf{f}$  可能出現的種類並以數學式表示之。
- 試寫下迪卡爾座標 (Cartesian coordinates) 下其於  $x$ ,  $y$  及  $z$  方向的控制方程式。(15%)

7. 試說明 Boussinesq 的渦流黏滯 (eddy viscosity) 概念與牛頓黏滯原理 (Newton's law of viscosity) 之相似性, 並討論二者在 Navier-Stokes equations 所扮演的相對重要性。(15%)