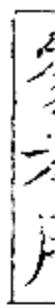


國立中央大學八十四學年度碩士班研究生入學試題卷

所別：大氣物理研究所 一組 科目：流體力學 共 4 頁 第 / 頁



1. 有一流體的溫度場 $T = T(x, y, z, t)$ ， x, y 及 z 為笛卡爾座標空間參數， t 為時間參數。
 - (1) 說明實質導數 dT/dt 及局部導數 $\partial T/\partial t$ 的物理意義。 (5%)
 - (2) 什麼情況下 dT/dt 和 $\partial T/\partial t$ 相等？ (5%)
2. 白努利方程 (Bernoulli's equation) 對無摩擦、穩態的 (steady) 不可壓縮 (incompressible) 流場及非旋轉性 (irrotational) 流場為相同： $(p/\rho) + gz + (V^2/2) = B$ ，在此 B 為白努利常數。試問應用於兩種流場時有何不同限制？(10%)
3. 證明不可壓縮且為非旋轉性的二維流場，其流函數 ψ (stream function) 與速度位 ϕ (velocity potential) 均須滿足Laplace方程，亦即
$$\nabla^2 \psi = 0 \text{ 與 } \nabla^2 \phi = 0。 (10%)$$
4. 假設颱風環流的風場為軸對稱且僅具切線 (tangential) 分量 v_θ ，於極座標 (r, θ) 可表示為
$$v_\theta = V_{\max} (r/r_{\max}) \exp\{a[1 - (r/r_{\max})^b]\},$$

V_{\max} 為最大風速且為正 (即氣流為反時針方向旋轉)， r_{\max} 為最大暴風半徑 (相對於颱風中心， $r=0$)。氣象觀測指出 $a=0.5$ 和 $b=2$ 為最佳值。

 - (1) 試證此二維旋轉流場為非輻散的 (non-divergent)。 (5%)
 - (2) 何處此風場具最大正渦度 (vorticity)？ (5%)
 - (3) 何處此風場具負渦度？ (5%)
 - (4) 請解釋為何此氣旋式環流具有負渦度。 (5%)
5. 求一均勻恆穩流 (流速為 U)，流經一半徑為 a 之固體球的位勢流 (potential flow) 問題：
 - (1) 流函數 ψ (stream function)。 (10%)
 - (2) 速度位 ϕ (velocity potential)。 (10%)
6. 假設雨滴之可視為直徑為 D 的球體，當此雨滴以速度 W 在黏滯係數為 μ ，密度為 ρ 的空氣中下降時，請以因次分析 (dimensional analysis) 之方法，設法利用這些參數來表示空氣對雨滴的拖拉力 (drag force)。 (10%)
7. 有關於應力張量 (stress tensor) 的牛頓流體的組織方程 (Newtonian constitutive equation) 可以表示為

$$\tau_{ij} = -p\delta_{ij} + \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \mu (\nabla \cdot \bar{V}) \delta_{ij},$$

μ 為常數的黏滯係數。請根據此方程式回答下列問題：

- (1) 說明此方程式成立之條件。 (10%)

- (2) 計算 $\frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j}$ ，並分項討論物理意義。 (10%)