

國立中央大學 109 學年度碩士班考試入學試題

所別： 大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(一般生)

共 2 頁 第 1 頁

大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(在職生)

科目： 流體力學

本科考試禁用計算器

*請在答案卷(卡)內作答

1. (a) 請說明 Laminar flow 及 Turbulent flow 的定義。(5%)
(b) 請以 Reynold number 區分 Turbulent flow 及 Laminar flow。(5%)
(c) 兩個流體系統具有動力相似性 (dynamical similarity) 的條件為何?
(5%)

2. (a) 將不可壓縮 Navier-Stokes equation

$$\frac{d\bar{u}}{dt} = -\frac{1}{\rho}\nabla P + \bar{g} + \mu\nabla^2\bar{u}$$

利用長度 L，速度 U，壓力 P，時間 L/U 等特徵參數，將此方程式無因次化推導出下列方程式(10%)

$$\frac{d\bar{u}^*}{dt^*} = -\frac{1}{E}\nabla^*P^* + \frac{1}{Fr^2}\frac{\bar{g}}{g} + \frac{1}{Re}\nabla^{*2}\bar{u}^*$$

- (b) 說明上式無因次項前面係數 Reynold number，Froude number，Euler number 的物理意義以及數學表示式。(15%)

3. (1) 何謂無旋性流 (irrotational flow) 或位勢流 (potential flow)?
何謂不可壓縮流體 (incompressible fluid)? (10%)
(2) 在二維條件下以速度位 ϕ 及流函數 ψ 來表示這兩種流體之速度。
導出卡氏座標下，速度分量與流函數及速度位之關係。(5%)
(3) 導出極座標條件下速度分量(5%)

$$V_r = \frac{1}{r}\frac{\partial\psi}{\partial\theta} = \frac{\partial\phi}{\partial r}$$

$$V_\theta = -\frac{\partial\psi}{\partial r} = \frac{1}{r}\frac{\partial\phi}{\partial\theta}$$

注意：背面有試題

參考用

國立中央大學 109 學年度碩士班考試入學試題

所別： 大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(一般生)

共 2 頁 第 2 頁

大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(在職生)

科目： 流體力學

本科考試禁用計算器

*請在答案卷(卡)內作答

4. 環流量變化的方程式可以表示如下：

$$\frac{d\Gamma}{dt} = \frac{d}{dt} \oint \vec{v} \cdot d\vec{l} = - \oint \frac{dp}{\rho}$$

- (1) 說明此方程式的意義。(5%)
- (2) 說明什麼是 Kelvin Circulation Theorem ? (5%)
- (3) 以此方程式解釋海陸風發生的原理。(5%)
- (4) 請以 Stokes' Theorem 說明渦度與環流量之關係。(5%)

5. 就二維(r 及 θ 座標)的自由渦旋(free vortex)而言，其速度位可以表示為

$$\phi = \frac{\Gamma}{2\pi} \theta, \text{ 其中 } \Gamma \text{ 為環流強度, 試證明其流函數(stream function)}$$

$$\text{可以表示為 } \psi = -\frac{\Gamma}{2\pi} \ln r. \text{ (10\%)}$$

6. 解釋這兩個能量方程式之意義，並說明動能與熱能透過什麼機制可以互相轉換。(10%)

$$\rho \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} u_i^2 \right) = \rho \vec{g} \cdot \vec{u} + \frac{\partial}{\partial x_j} (u_i \tau_{ij}) + P(\nabla \cdot \vec{V}) - \phi$$

$$P \frac{de}{dt} = -\nabla \cdot \vec{q} - P(\nabla \cdot \vec{V}) + \phi$$

參考用

注意:背面有試題