

國立中央大學 114 學年度碩士班考試入學試題

系所： 大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(一般生)
大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(在職生)

第 1 頁 / 共 2 頁

科目： 流體力學

*本科考試禁用計算器

問答題

1. (1) 說明 Laminar flow 及 Turbulent flow 的定義。
(2) 說明如何以 Reynold number 區分 Turbulent flow 及 Laminar flow。
(3) 兩個流體系統具有動力相似性 (dynamical similarity) 的條件為何？
(每小題各 5%，共 15 %)

2. 針對不可壓縮 Navier-Stokes equation

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

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
可以推導出下列方程式

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

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 %)

4. 就二維 (x 及 y 座標)、無旋性 (irrotational)、不可壓縮 (incompressible) 流體而言，請從物理觀點與數學觀點證明等 ϕ 線 (streamline) 必定垂直於等 ψ 線 (Equipotential line)。如何由 ϕ 及 ψ 之 Flow Net 分布圖決定流體應該如何流動? (10 %)

5. 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 %)

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

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

注意:背面有試題

國立中央大學 114 學年度碩士班考試入學試題

系所： 大氣科學學系大氣物理 碩士班 不分組(一般生)

第 2 頁 / 共 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

6. Navier-Stokes equation

$$\frac{d\vec{u}}{dt} = -\frac{1}{\rho}\nabla P + \vec{g} + \mu\nabla^2\vec{u} + \frac{\mu}{3}\nabla(\nabla\cdot\vec{u})$$

何謂平行流?參考上面方程式,以只有 u 分量之平行流為例,求出運動方程式之三個分量式,說明平行流之特性,並說明平行流為數學上可解之物理問題。(10%)

7. 參考下列兩個方程式,分別說明質量保守的意義。(5 %)

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0$$

$$\frac{d\rho}{dt} = -\rho \nabla \cdot \vec{v}$$

利用上兩式說明 $\frac{d\rho}{dt} = 0$ 及 $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ 的意義。(5 %)

8. 由蘭格蘭基法(Lagrangian method)描述流體運動時,會使用下面的數學表示式,

$$X_1 = X_1(\vec{r}_0, t), X_2 = X_2(\vec{r}_0, t), X_3 = X_3(\vec{r}_0, t)$$

說明 X_1 、 X_2 、 X_3 及 $\vec{r}_0$ 、 t 各代表什麼意思。(5 %)

9. 流體是由分離之分子或原子所組成,但是為了特殊的目的,我們可將其視為連續體,說明什麼是連續體假設(The continuum hypothesis),在什麼條件下,我們可以假定流體為連續體?(10 %)

注意:背面有試題