

國立中央大學 112 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

共 2 頁 第 1 頁

科目： 流體力學

計算題應詳列計算過程，無計算過程者不予計分

1、某人沿一條南北向之公路往北走，車速每小時 100 km，如車上之溫度計記錄之氣溫變化為 5°C/hr，另外收音機氣象報告沿此公路各地氣溫都以每小時 2°C 之變率下降，試問此時南北的溫度梯度大小與方向為何？ (10%)

2、一理想速度流場為 $\vec{v} = (u, v) = x^2\vec{i} + (-2xy - 1)\vec{j}$ ，其中 t 為時間，x、y、z 為坐標。請問這個流動是恆穩的(steady)嗎？是二維流動還是三維流動？是不可壓縮流嗎？試就(x,y)=(4,-2)計算全加速度 (10%)

3、由質量保守我們可以推導出下列之方程式：

$$\frac{\partial}{\partial t} \iiint_V \rho \, dV = - \oint_S \hat{n} \cdot (\rho \vec{v}) \, dS$$

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

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

說明這三個方程式以及每一項代表之物理意義。(15%)

4、環流量變化的方程式可以表示如下：(每小題 5%，共 20%)

$$\frac{d\Gamma}{dt} = \frac{d}{dt} \oint \vec{V} \cdot d\vec{\ell} = - \oint \frac{dp}{\rho}$$

- (1) 什麼是正壓流體？針對正壓流體改寫上式並說明其意義？
- (2) 何謂斜壓流體？對斜壓流體而言，在固定點來觀察，環流量會因為哪些條件(機制或物理過程)而改變？
- (3) 利用上式說明海陸風發展的機制。
- (4) 用 Stokes' Theorem 說明渦度與環流量之關係，並說明其限制。

5. (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) 的條件何？(5%)

注意:背面有試題

國立中央大學 112 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

共 2 頁 第 2 頁

科目： 流體力學

6. 設有二維流場，試證明此流場中的點 (X_0, Y_0) 與 $(X_0 + \delta X, Y_0 + \delta Y)$

之速度差 $d\vec{v}$ 可以分解為下列兩部分

$$d\vec{v} = \frac{1}{2}\vec{\omega} \times d\vec{r} + \frac{1}{2}\vec{\zeta} \times d\vec{r}$$

$d\vec{r}$ 為 (X_0, Y_0) 至 $(X_0 + \delta X, Y_0 + \delta Y)$ 之位置向量，說明 $\vec{\omega}$ 與 $\vec{\zeta}$ 在數學是與物理上各代表什麼？ (20%)

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

$v_r = 0, v_\theta = \frac{\Gamma}{2\pi r}, \Gamma = \text{const}$ ，試求出其流函數(stream function)與速度位(velocity potential)並計算其渦度與環流量。(10%)

注意:背面有試題