

# 國立中央大學八十六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.
  - (a) 請解釋流體運動時的軌跡線(path line)及流線(streamline)。(5%)
  - (b) 在水流實驗來如何分辨軌跡線及流線。(4%)
  - (c) 在什麼情況下軌跡線及流線會一樣？(3%)
  - (d) 若一流場的速度向量分佈為  $\mathbf{V} = b(t)x\vec{i} - b(t)y\vec{j} + 0\vec{k}$  其中  $b$  為時間  $t$  的函數。當  $t = t_0$ ， $x = x_0$ ， $y = y_0$ ， $z = z_0$ ，請求出分別代表軌跡線及流線的方程。(8%)
  
2. 一個一維流場的速度分佈為  $u = u(x, t)$ ， $v = 0$ ， $w = 0$ ，密度的變化為  $\rho = \rho_0(2 - \cos \omega t)$ ，已知  $u(0, t) = U$ ，請求出  $u(x, t)$  的表示式。(10%)
  
3. 令  $s$  代表亂流動能隨波數( $k$ )分佈的情形，亦即總動能  $= \int_0^\infty s(k)dk$ ，其單位為  $\text{m}^2/\text{s}^2$ ，又已知亂流能量耗散率  $\epsilon \sim \frac{u'^3}{l}$ ，其中  $u'$  及  $l$  分別為亂流的特徵速度及長度。現在假設  $s$  只受  $k$  和  $\epsilon$  的影響，即  $s = s(k, \epsilon)$ ，請使用因次分析(dimensional analysis)的方法求出  $s$  隨  $k$  及  $\epsilon$  變化的關係。(10%)
  
4. 大氣運動的加速度可表為  $\frac{\partial \rho \mathbf{V}}{\partial t} + [\nabla \cdot \rho \mathbf{V} \mathbf{V}] = \mathbf{f}$  其中  $\mathbf{V}$  為速度向量， $\rho$  為密度， $\mathbf{f}$  為流體單位體積所受的力。
  - (a) 試討論至少三種  $\mathbf{f}$  可能出現的種類並以數學式表示之。(5%)
  - (b) 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。(10%)
  
5. 試證明任一繞圓運動的流体為無輻散的(non-divergent)。(10%)
  
6. 試證明不可壓縮(incompressible)且為無旋(irrotational)的二維流場，其流函數  $\psi$  (stream function) 與速度位  $\phi$  (velocity potential) 均須滿足 Laplace 方程，亦即  $\nabla^2 \psi = 0$  與  $\nabla^2 \phi = 0$ 。(10%)
  
7. 請說明 Froude number, Euler number, Reynolds number, Mach number, Prandtl number 的物理定義。(10%)
  
8.
  - (a) 請寫出 Navier-Stokes 方程中 Reynolds 應力項。(5%)
  - (b) 這些項為何會出現？又有何物理意義？(5%)
  - (c) 這些項在數學上為何會產生閉合(closure)問題？應如何解決？(5%)

