

1. Continuity equation 及 Navier-Stokes equation 之向量形式為

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

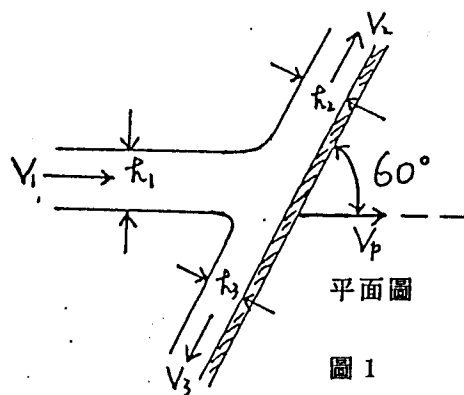
$$\vec{g} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 \vec{q} + \frac{\nu}{3} \nabla (\nabla \cdot \vec{q}) = \frac{\partial \vec{q}}{\partial t} + (\vec{q} \cdot \nabla) \vec{q}$$

式中 ρ 為流體密度, p 為壓力強度, \vec{g} 為重力加速度, ν 為運動黏滯性, $\vec{q} = u \vec{i} + v \vec{j} + w \vec{k}$ 為速度向量。

(a) 試說明上二方程式中各項之物理意義。(12%)

(b) 試分別寫出 incompressible flow 情況下, 及 nonviscous flow 情況下, Navier-Stokes equation 在直角座標 x 方向之分量方程式。(8%)

2. 如圖 1, $h_1 = 0.5\text{m}$ 之矩形水柱以 $V_1 = 30\text{m/s}$ 之速度向右衝擊一傾斜 60° 之平板, 而此平板以 $V_p = 10\text{m/s}$ 之速度向右移動, 設 $V_1 = V_2 = V_3$ 及不計摩擦損失, 試求



(a) 單位寬度平板所受之力(大小及方向)? (10%)

(b) h_2, h_3 各為多少? (10%)

3. 有一縮尺 $1/30$ 之模型潛艇欲進行模型試驗:

(a) 若此模型在海水中試驗, 即模型與原型採用相同的流體, 試求模型與原型間之速度比, 時間比, 力量比各為何? (6%)

(b) 若此模型在風洞中作試驗, 模型與原型間流體之密度比及黏滯性比各為 $\rho_r = 1/120, \mu_r = 1/60$, 求其速度比, 時間比, 力量比各為何? (6%)

(c) 上面兩種試驗中, 那種較為合適? 何故? (8%)

4. 一圓球直徑為 D , 比重量 (specific weight) 為 γ_s , 掉落於靜止的流體 (比重量為 γ) 中,

(a) 假設流體為理想流體 (ideal fluid), 求 t 時間後, 球之速度? (6%)

(b) 若流體為真實流體 (real fluid), 當雷諾數 (Reynolds number, $R = UD/\nu$) 小於 1 時, 球之終端速度 (terminal velocity) U 為何? (7%)

(c) 若流體為真實流體, 當雷諾數大於 1 時, 球之終端速度 U 為何? (7%)

5. (a) 球在理想流體中等速運動, (b) 表面光滑之球在真實流體中等速運動, (c) 表面粗糙之球在真實流體中等速運動。上面三種情況之流線形狀 (pattern of streamlines) 及壓力分佈 (pressure distribution) 各有何不同, 試繪圖說明之。又上面三種情況所受之曳力 (drag force), 何者最大? 何者最小? (20%)