

1. 欲使圖 1 中之矩形水門 (寬 2m) 保持關閉, 需多大的力矩 M . (15%) (O 點處為 hinge)

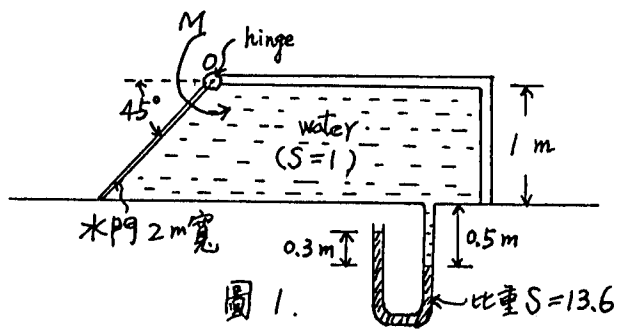


圖 1.

2. 如圖 2, 通過管嘴 (nozzle) 之水頭損失 (head loss) 為 $0.1H$, 求壓差 R (以 H 表示). (15%)

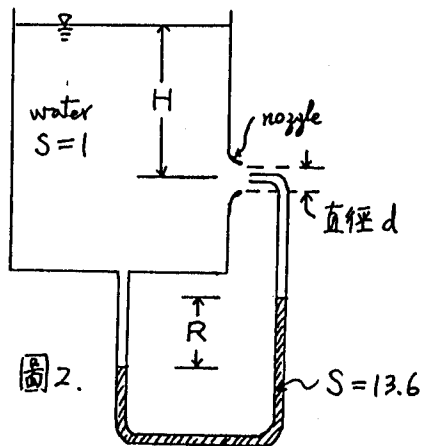


圖 2.

3. 控制體 (control volume) 之線動量方程式為

$$\Sigma \vec{F} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{cv} \rho \vec{V} d\tau + \int_{cs} \rho \vec{V} (\vec{V} \cdot d\vec{A})$$

式中 t 為時間, ρ 為質量密度, \vec{V} 為速度向量, cv 表控制體, cs 表控制體之表面, $d\vec{A}$ 為 cs 上之微分面積向量 (以向外為正), $d\tau$ 為 cv 之體積元素.

(a) 在重力場中, 作用於控制體之外力和 $\Sigma \vec{F}$ 包括那些外力? (7%)

(b) 說明 $\frac{\partial}{\partial t} \int_{cv} \rho \vec{V} d\tau$ 及 $\int_{cs} \rho \vec{V} (\vec{V} \cdot d\vec{A})$ 之物理意義. (8%)

4. 圖 3 所示之水車, 有一圓形噴口, 直徑為 10 cm, 流速為 5 m/s , 為維持水車靜止, 需施加多少水平力 F . (但不計輪子與地面間之摩擦及空氣之阻力) (15%)

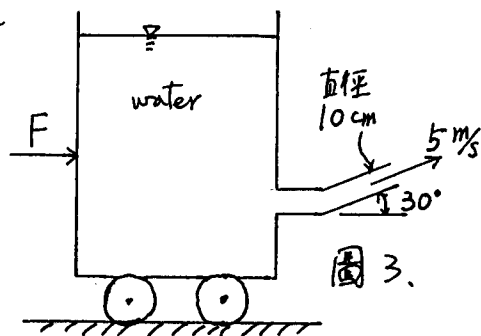


圖 3.

5. 二維不可壓縮性流動之速度分量為 $u = 2xy$, $v = 1 + x^2 - y^2$,
 試問 (a) 上述流速分佈是否滿足連續方程式 (continuity equation).
 (20%) (b) 此流況為旋性流 (rotational flow) 或非旋性流 (irrotational flow).
 (c) 求流函數 (stream function).
 (d) 如為非旋性流, 求流速勢函數 (velocity potential).

6. 圖 4 中 20°C 之水自上面的儲水池經由鑄鐵管 (粗糙高度 $\epsilon = 0.25\text{mm}$, 直徑 $D = 10\text{cm}$, 總長度 $L = 100\text{m}$) 流到下面的儲水池. 入口處及角閥 (angle valve) 之水頭損失係數分別為 $K_1 = 1.0$, $K_2 = 5.0$. 若 $H = 10\text{m}$, 求流量. 水之運動滯度 (kinematic viscosity) $\nu = 1 \times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$. 管中之摩擦係數 (friction factor) f 可由下式計算:

$$f = \frac{1.325}{\left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{R^{0.9}} \right) \right]^2}$$

通用範圍
 $\begin{cases} 10^{-6} \leq \frac{\epsilon}{D} \leq 10^{-2} \\ 5 \times 10^3 \leq R \leq 10^8 \end{cases}$

式中 R 為雷諾數 (Reynolds number). \ln 表自然對數. (20%)

