

113年專門職業及技術人員高等考試建築師、
32類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：機械工程技師
科 目：流體力學與流體機械
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、量測圓管 (circular pipe) 的體積流率 (volume flow rate) 時，噴嘴 (nozzle) 和皮托管 (pitot tube) 為常採用之量測方法，請回答下列噴嘴和皮托管之相關使用問題：(每小題 5 分，共 25 分)

(一)寫出噴嘴和皮托管其背後的應用理論，並列出該理論的所有假設。

(二)繪出利用噴嘴來量測體積流率的架構，並描述如何執行。

(三)繪出利用皮托管量測體積流率的架構，並描述如何執行。

(四)請比較兩種量測方法的優缺點，如準確度、可重複性、所需量測時間、經濟性等，並列出注意事項以確保量測結果之正確性。

(五)當管路流為完全發展 (fully-developed) 的層流 (laminar flow) 時，有一利用皮托管簡單快速方法進行流量測試，請寫出如何進行量測？以及如何用測量數據來計算出流率？

二、由實驗得知水平管 (horizontal pipe) 的壓力損失 (pressure loss, Δp) 與管路之直徑 (D)、長度 (ℓ)、表面粗糙度 (surface roughness, ε)、流體的摩擦係數 (dynamic viscosity, μ)、密度 (ρ) 及平均速度 (average velocity, V) 有關，故其函數形式可表為 $\Delta p = F(D, \ell, \varepsilon, \mu, \rho, V)$ ，請藉由因次分析 (dimensional analysis) 方法，選取流體平均速度、流體密度、管路直徑為重複參數 (repeating parameters)，寫出其無因次參數組合。(15 分)

三、一速度場之表示式為

$$\vec{V} = (r \cos \theta) \hat{e}_r - (2r \sin \theta) \hat{e}_\theta$$

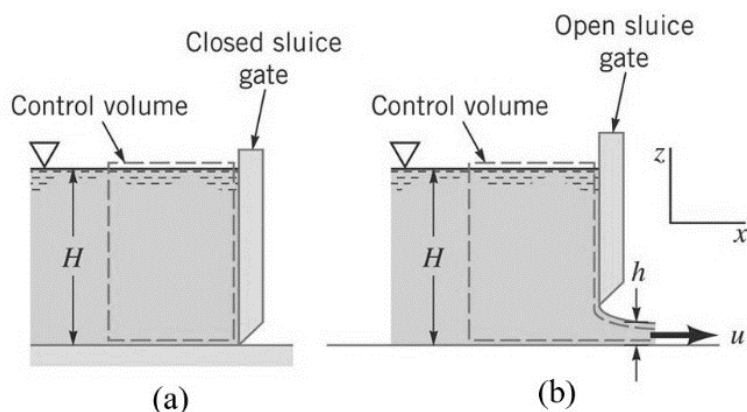
請回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)導出 $\text{div } \vec{v}$ 之表示式，並判斷此流場是否為不可壓縮流 (incompressible flow)。
- (二)導出 $\text{curl } \vec{v}$ 之表示式，並判斷流場是否為無旋流 (irrotational flow)。
- (三)寫出流線函數 (stream function) 存在之條件，並據以判斷流線函數是否存在於此流場中？如果存在請寫出流線函數。
- (四)請判斷下面兩個點： $(1, \frac{\pi}{2})$ 和 $(2, \frac{\pi}{2})$ 是否位於同一流線？兩個點如果位於兩條流線上，請計算出通過這兩條流線間之體積流率 (volume flow rate)。

註：極座標之相關表示式為 $\text{div } \vec{v} = \frac{1}{r} \frac{\partial(ru)}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial(v)}{\partial \theta}$ 與 $\text{curl } \vec{v} = \left(\frac{1}{r} \frac{\partial rv}{\partial r} - \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \theta} \right) \hat{e}_z$

四、一個寬為 b 之閘門 (sluice gate) 跨越一條水道 (water channel)，(a)與(b)圖分別為閘門於開啟和關閉的圖示，請回答下列問題：

- (一)當閘門關閉 (close) 時，需要多大力量 (force) 以固定此閘門。(5 分)
- (二)當閘門開啟 (open) 時，需要多大力量 (force) 以固定此閘門。(5 分)
- (三)當閘門開啟時，如何量測與計算出通過之體積流率 (volume flow rate)？(10 分)



五、如下圖所示之直徑 25 mm 的長軸置於圓柱軸承 (cylindrical bearing) 中，長軸與軸承的間隙 (gap) 為 0.3 mm，且其中充滿潤滑油，此潤滑油之運動摩擦係數 (kinematic viscosity) 為 $8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ 、比重 (specific weight) 為 0.91，水的密度為 1000 kg/m^3 ，假設軸承間隙之速度分布為線性 (linear distribution) 時，請回答下列問題：

- (一) 當這長軸以 3 m/s 的速度拉出時，需要多少力量 P ？(5 分)
- (二) 當長軸以 2000 rpm (rotation per minute) 旋轉時，所需要的扭矩 T (torque)。(10 分)
- (三) 如使用效率 98% 的馬達轉動長軸，請計算所需要的輸入功率 (input power)。(5 分)

