

110年專門職業及技術人員高等考試建築師、
24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)、公共衛生師
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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、在流體力學中，壓力為非常重要之量測項目，科學家依流體靜力學公式(hydrostatic equation) $\rho \vec{g} - \nabla p = 0$ ，選用不可壓縮液體為工作流體，並推導出量測壓力之理論公式，且隨不同量測之需求與環境，陸續發展出下列壓力量測裝置，請回答下列相關問題：(每小題 5 分，共 25 分)

(一)寫出壓力量測之理論公式。

(二)繪出壓力計(piezometer tube；又稱壓力管)之架構，並說明其缺點與限制。

(三)繪出 U 型管壓力計(U-tube manometer)之架構，並說明其優缺點。

(四)繪出 U 型管差壓計(U-tube differential manometer)之架構，並說明其優缺點。

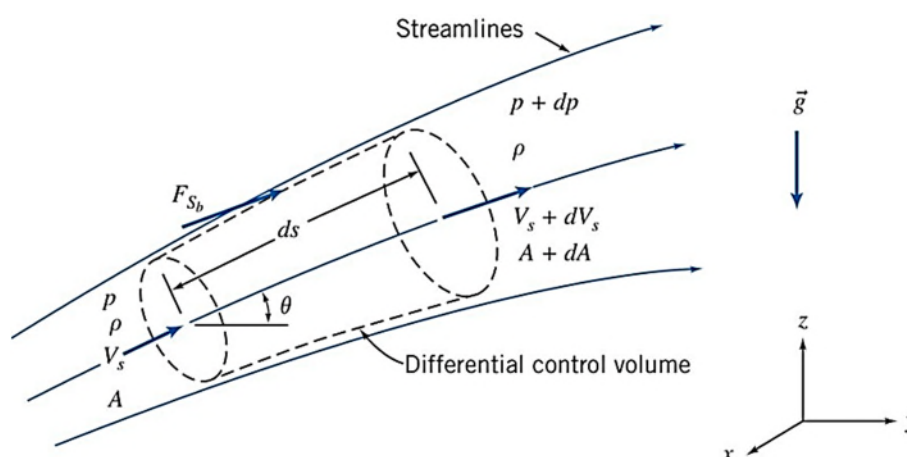
(五)繪出斜管 U 型管差壓計(inclined U-tube differential manometer)之架構，並說明其優點。

二、壓縮空氣儲存於一絕熱(adiabatic)圓柱容器中，其半徑為 0.25 m、高 0.55 m，容器內部之壓力和溫度為 500 kPa 和 27°C，此容器於底部安裝一閥門；當閥門在某一特定時間打開，且氣體以 $\dot{m} = 0.01 \text{ kg/s}$ 之質量流率(mass flow rate)離開容器，請應用能量守恆定律之積分式與理想氣體方程式，求出此時的溫度瞬間變化率(instant rate of change of temperature)。

註： $R_{\text{air}} = 287 \text{ (N} \cdot \text{m/kg} \cdot \text{K)}$ 與 $c_v = 700 \text{ (N} \cdot \text{m/kg} \cdot \text{K)}$ 。(25 分)

三、伯努利方程式 (Bernoulli equation) 是工程應用上非常重要的公式，請回答下列問題：

- (一)請寫出其數學表示式，並解釋各項之物理意義以及其背後的四個假設。(10 分)
- (二)請利用質量守恆 (conservation of mass) 與動量方程式 (momentum equation) 的積分式 (integral form)，將上述假設應用在下圖所示之流線管 (streamline tube)，寫出伯努利數學表示式之詳細推導過程。(15 分)



四、依據出口流和轉軸的方向相關性，流體機械 (turbomachine)，如泵與風扇，可分為三種氣動力類型 (aerodynamic types)，請回答下列問題：

- (一)寫出這三種類型與其區分方式，並比較三者的氣動力性能與適用之場合。(10 分)
- (二)請繪出這三種形式的結構圖，且標示主要元件與進、出口流之方向。(10 分)
- (三)泵與風扇的性能參數也有所不同，風扇以流量和壓力來呈現其性能，而泵通常使用流量和揚程 (head)，請寫出揚程與壓力之定義與二者關係式。(5 分)

附件：重要公式彙整

(1) Continuity Equation :

$$0 = \frac{\partial}{\partial t} \iiint_{CV} \rho dV + \iint_{CS} \rho \vec{v} \cdot \hat{n} dS$$

(2) Momentum Equation :

$$\vec{F}_S + \vec{F}_B = \frac{\partial}{\partial t} \iiint_{CV} \rho \vec{v} dV + \iint_{CS} \rho \vec{v} \vec{v} \cdot \hat{n} dS$$

(3) The First Law of Thermodynamics :

$$\dot{Q} - \dot{W}_s - \dot{W}_{\text{shear}} - \dot{W}_{\text{other}} = \frac{\partial}{\partial t} \iiint_{CV} \rho e dV + \iint_{CS} \left(u + pv + \frac{V^2}{2} + gz \right) \rho \vec{v} \cdot \hat{n} dS$$