105年專門職業及技術人員高等考試建築師、技師、第二次食品技師考試暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

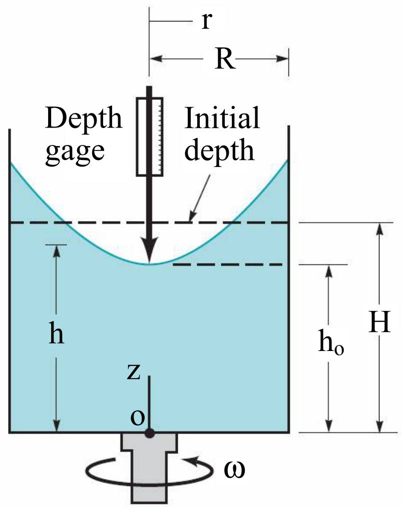
代號：00840

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：＿＿＿＿＿＿＿＿

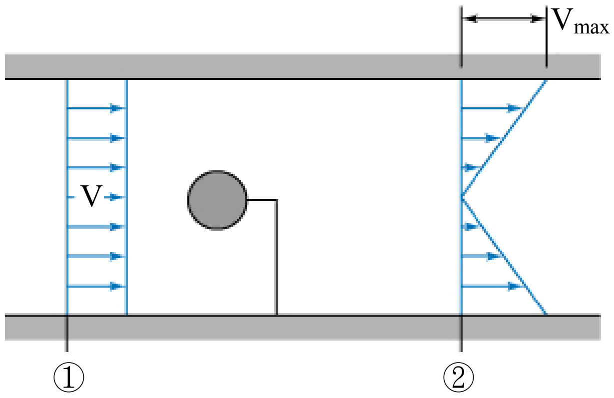
※注意：㈠可以使用電子計算器。
　　　　㈡不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、有一穩定旋轉的圓筒形容器，在靜止時，內部流體的液位為 H；當轉速為ω時，其最低水位(h_o)位於圓筒中心處，各項參數顯示如圖一。工程師擬藉由量測圓筒中心的最低水位(h_o)，間接求得圓筒之轉速ω。請推導：㈠自由液面高度(z)隨著轉速ω以及半徑(r)的關係式；（10 分）㈡請依本題㈠項中的關係，將圓筒轉速表示為 H、h_o、圓筒半徑(R)以及重力加速度(g)的函數關係。（10 分）



圖一

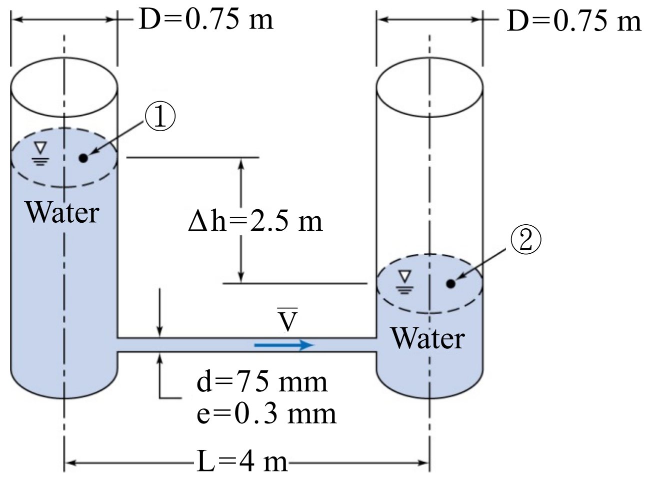
二、圖二的實驗裝置係在一個具有圓形截面（直徑為 0.75 m）的小型風洞（空氣）中量測圓柱（含支撐柱）之阻力。量測結果得知：在截面①處之速度為均勻分布，其大小 V 為 12.5 m/s，其錶壓力（gauge pressure）為 30 mm 水柱高。在截面②處的速度則呈現線性且對稱於該截面中心的分布（如圖所示），在該截面中心處之速度為零，在兩側最大，其值為 V_{max}；該截面上的錶壓力為 15 mm 水柱高。假設在各截面上之錶壓力均為均勻分布，並忽略風洞壁面所產生之摩擦阻力。已知空氣、水的密度各為 1.2 及 1000 kg/m^3。求解：㈠在截面②處的最大速度 V_{max} 為何？（5 分）㈡推導作用在圓柱（含支撐柱）的總阻力與各參數之關係式；（10 分）㈢計算作用在圓柱（含支撐柱）的總阻力。（5 分）



圖二

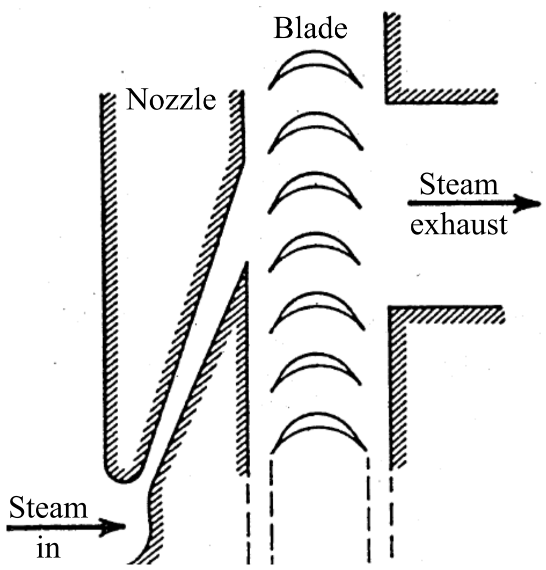
（請接第二頁）

三、具有相同直徑的兩個直立水桶，其間以一支水平直管相連，利用兩桶間的水位差，水流將由其中一桶流至另一桶。如圖三所示的瞬間，請以能量損耗的觀點，計算通過水平直管之流量。假設在水平直管中為穩定的、完全發展的流場，且在截面①與②處的修正係數α均相等。因為水平管中之流量未知，計算時，管壁的摩擦係數的起始猜測值可以先假設為 $f = 0.0287$，代入 Colebrook 方程式中開始迭代，直到求得正確流速為止。㈠計算損失水頭（head loss）與各參數之關係式。（10 分）㈡計算水平管中之流量。（10 分）（其中，水的 $\nu = 1\times10^{-6}\ \mathrm{m^2/s}$。Colebrook 方程式如第三頁附件。）

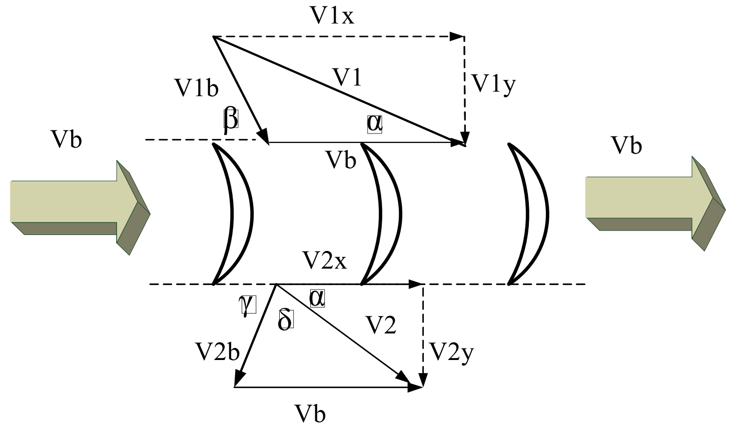


圖三

四、圖四顯示單階衝動式渦輪（Impulse turbine）的示意圖，其中，動輪（blade）葉片之翼型為左右對稱者($\beta=\gamma$)，其動輪速度為 Vb。若忽略摩擦損耗，在動輪葉片進出口處的速度向量如圖五所示。其中，V1、V2、V1b 與 V2b 分別表示在動輪入、出口處的絕對與相對速度。在入、出口處，V1b 與 V2b 的方向均與動輪葉片相切，且$\beta=\gamma$，V1b=V2b。入口處之絕對速度 V1 與動輪 Vb 之夾角為α。㈠請依照雷諾傳輸理論，推導單位質量的流體對葉片所作的功；（10 分）㈡並將此功表示成為 V1，Vb 以及夾角α等之函數關係。（10 分）



圖四：單階的衝動式渦輪示意圖

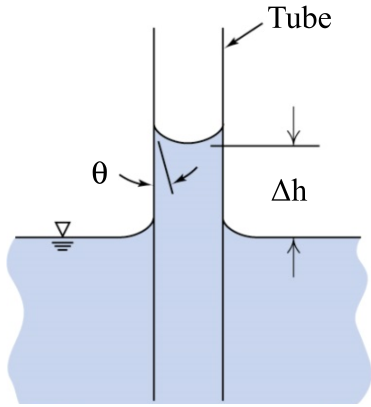


圖五：進出動輪葉片之速度向量

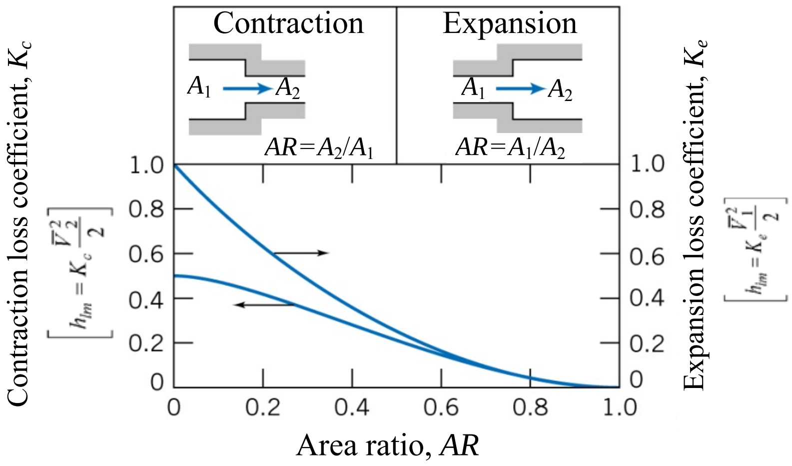
（請接第三頁）

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

五、毛細現象如圖六所示，其中細管水柱的高度(Δh)與管的直徑(D)、流體的密度或比重量(γ＝ρg)、表面張力(σ)以及附著的角度(θ)均有關係。㈠請依照力量的平衡，推導出水柱高度(Δh)與其他各參數的關係式。（10 分）㈡請依照 Bingham π的理論，推導出無因次參數群。（10 分）



圖六



附件：可能需要用到的方程式

- $\rho\vec{a}=-\nabla p+\rho\vec{g}$
- $\frac{\partial}{\partial t}\int_{CV}\rho d\forall+\int_{CS}\rho\vec{V}_r\cdot d\vec{A}=0,$
- $\sum\vec{F}=\vec{F}_S+\vec{F}_B-\int_{CV}a_{rf}\,\rho d\forall=\frac{\partial}{\partial t}\int_{CV}\vec{V}_r\rho d\forall+\int_{CS}\vec{V}_r\rho\vec{V}_r\cdot d\vec{A}$
- $\dot{Q}-\dot{W}_s-\dot{W}_{shear}-\dot{W}_{other}-\frac{\partial}{\partial t}\int_{CV}e\rho d\forall+\int_{CS}[u+(p/\rho)+gz+V^2/2]\rho\vec{V}_r\cdot d\vec{A}$

  其中，u = internal energy. V= velocity, g=10 m/s^2 or 1000 cm/s^2.
- $\frac{p_1}{\rho}+\frac{\alpha_1\bar{V}_1^2}{2}+gz_1=\frac{p_2}{\rho}+\frac{\alpha_2\bar{V}_2^2}{2}+gz_2+h_\ell+h_{\ell m},$

  $h_\ell=f\cdot(L/D)\cdot(\bar{V}_2/2)$ and $h_{\ell m}=K\cdot(\bar{V}_2/2)$ or $f\cdot(L_e/D)\cdot(\bar{V}_2/2)$
- $Work=\vec{F}\cdot\vec{V},$
- $\frac{1}{\sqrt{f}}=-2.0\cdot\log\left(\frac{e/D}{3.7}+\frac{2.51}{\mathrm{Re}\cdot\sqrt{f}}\right)$ (Colebrook equation)