

109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、
109年第二次專門職業及技術人員特種考試驗光人員考試試題

等 別：高等考試
類 科：造船工程技師
科 目：流體力學
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。

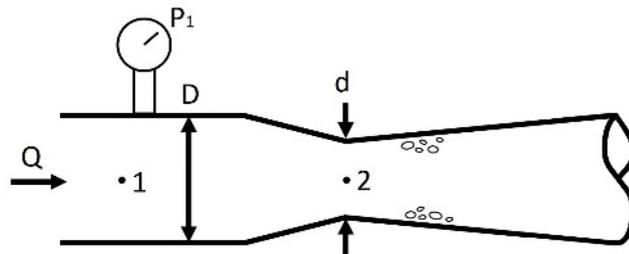
一、給定一無黏性二維流場 $\vec{V} = \frac{1}{1+t} \vec{i} + 1\vec{j}$ ，其中 \vec{i} , \vec{j} 為 x, y 方向之單位向量。

(每小題 10 分，共 20 分)

(一)試求在 $t=0$ 時，通過點 $(1, 1)$ 之流線 (streamline)。

(二)試求在 $t=0$ 啟始時，流體質點在 $(1, 1)$ 之徑線 (pathline)。

二、穴蝕 (cavitation) 現象常發生於渦輪機、螺旋槳葉片、水庫溢洪道及管流之轉彎處，因此在工程應用上，為避免此現象，會要求流場之壓力不得低於水之蒸氣壓。如下圖所示，有一水流經管徑 $D=0.4\text{ m}$ ， $d=0.1\text{ m}$ 之漸縮管，入口處點 1 之錶壓力 $P_1=120\text{ kPa}$ 。試問在水溫為 15°C 下，為避免點 2 處流速過大導致穴蝕，則流量 Q 不得大於多少？(在 15°C 下，水之飽和蒸氣壓 $P_v=17.1\text{ kPa}$ ，且密度為 1000 kg/m^3) (20 分)



三、在圓柱 (cylindrical) 座標系下，有一不可壓縮無黏性均勻流體，流經一圓柱，此流場速度分佈為：

$$u_R = U \left(1 - \frac{a^2}{R^2}\right) \cos \theta$$

$$u_\theta = -U \left(1 + \frac{a^2}{R^2}\right) \sin \theta$$

其中 a 為圓柱半徑， U 為遠處均勻流之流速。

(一)假設遠處壓力為 P_o ，求圓柱表面之壓力分佈 $P(a, \theta)$ 。(15 分)

(二)將上項結果以圖 ($P-\theta$ 圖) 表示之，並說明圓柱受力情形。(5 分)

四、考慮一水平管，管內半徑為 a ，管內之不可壓縮黏性流體其流場速度分佈如下：

$$u(R) = -\frac{1}{4\mu} \frac{dP}{dx} (a^2 - R^2)$$

(一)試問在那些條件下，才可以符合完全發展流 (fully-developed flow) 之假設？(4分)

(二)此流場為層流或紊流？並敘述判斷管內流場層流或紊流之依據。(4分)

(三)計算平均流速 u_m 。(6分)

(四)計算單位長度之壓力降 $\Delta P/L$ 。(6分)

五、有一不可壓縮黏性層流流經 $y=0$ 之平板上，假設邊界層內之速度分佈 $u(y)$ 為：

$$\frac{u}{U} = \sin\left(\frac{\pi y}{2\delta}\right)$$

其中 U 為邊界層外均勻流之流速， δ 為邊界層厚度。

(一)運用動量積分方程式 $\tau_w = \rho U^2 \frac{d\theta}{dx}$ ，試推導出 δ 與水平方向 x 之關係

式。(τ_w 為壁面剪應力， θ 為邊界層動量厚度) (15分)

(二)計算摩擦阻力係數 C_f (friction drag coefficient)。(5分)

$$\left(\text{hint: } C_f = \frac{\tau_w}{\frac{1}{2}\rho U^2}\right)$$