

※ 注意：請於試卷上「非選擇題作答區」依序作答，並應註明作答之大題及小題題號。

1. 不可壓縮流體之 Navier-Stokes 方程式向量型式可表示為

$$\rho \frac{D\vec{V}}{Dt} = -\nabla p + \rho \vec{g} + \mu \nabla^2 \vec{V} \quad (a)$$

式中 ρ = 流體密度， $\vec{V} = (u, v, w)$ 為流速向量， p = 流體壓力， $\vec{g}$ = 重力加速度， μ = 流體動力黏滯性。

回答下列問題：(每題 10 分)

- (1) 試展開(a)式，列出 x 方向之 Navier-Stokes 方程式。
- (2) 試將題(1)所得之方程式無因次化，並表示為雷諾數 Re 與福祿數 Fr 之型式。(特徵長度 = L ，特徵流速 = U 。)
- (3) 理想流體之雷諾數 Re 為何？若為理想流體，則題(2)所得之方程式可簡化為何？其名稱為何？
- (4) 若為均勻穩定流況(Uniform steady flow)，則 Navier-Stokes 方程式可簡化為何？其名稱為何？

2. 物體在流場中所承受之壓力可用壓力係數 C_p 之分布表示，其定義為 $C_p = \frac{P - P_0}{\frac{1}{2} \rho V_0^2}$ ，式中 V_0 = 遠處不受物體影響之均勻流速， P_0 = 遠處均勻流速之流體壓力， P = 物體表面壓力， ρ = 流體密度。(每題 10 分)

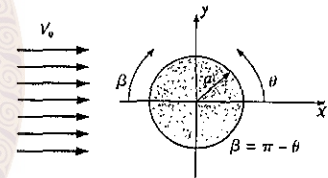
- (1) 試證明 $C_p = 1 - (V/V_0)^2$ ，式中 V = 物體表面壓力 P 處之流速。說明所採用之假設條件為何？

- (2) 已知通過圓柱周圍之流場(如圖所示)，其流線函數 ψ 可表示為

$$\psi = V_0 \sin \theta \left(r - \frac{a^2}{r} \right)$$

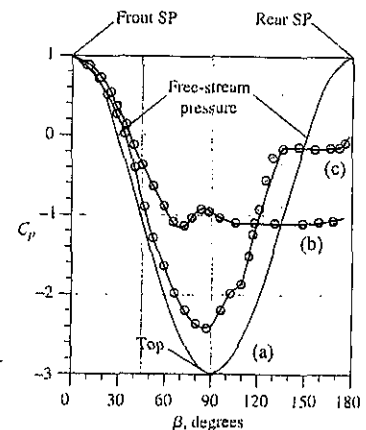
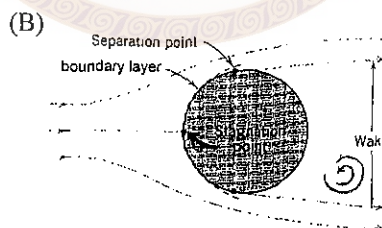
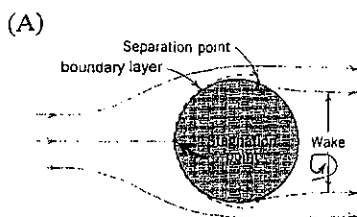
式中 θ = 逆時針角度(如圖所示)， r = 距圓心距離， a = 圓柱半徑。

試求圓柱表面流速 u_θ 為何？



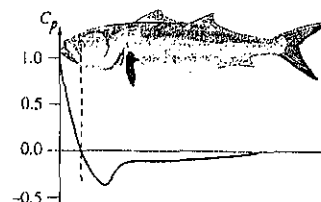
- (3) 利用題(1)及題(2)所得結果，證明圓柱表面之壓力係數 $C_p = 1 - 4 \sin^2 \beta$ ，式中 $\beta = \pi - \theta$ 。

- (4) 流體實際通過圓柱時，會因分離流現象(Separation)而在圓柱後方形成尾跡流(Wake)，如圖所示。試判斷圖(A)與圖(B)，何者為層流？何者為亂流？並說明原因。



- (5) 右圖中(a)曲線為題(3)所求之壓力係數分布，試判斷(b)曲線及(c)曲線，何者為上題中圖(A)所量測到之 C_p 分布？何者為上題中圖(B)所量測之 C_p 分布？並說明為何題(3)所求得結果與實驗結果有差異？

- (6) 魚體周圍所量測到之壓力係數分布如下圖所示，圖中顯示魚眼睛位置之壓力係數 $C_p = 0$ ，魚鰓位置之壓力係數 C_p 最低，魚心臟位置亦在魚鰓位置附近，試說明魚體結構所造成前述三種器官位置之壓力係數分布，對魚體運動及功能有何重要性？



試題隨卷繳回