

等 別：高員三級
類 科：機械工程
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。

一、管流中的流體體積流率可以經由量測管流中孔口板 (orifice) 的上下游流體靜壓 (static pressure) 差而求得，如圖 1 所示。考慮非黏性管流 (inviscid flow)，管子內徑和孔口板口徑分別為 d_1 和 d_2 ，管流流體密度和差壓 U 型壓力計流體密度分別為 ρ_1 和 ρ_2 ，重力加速度為 g ；請推導管流流體體積流率 (Q) 與差壓 U 型壓力計高度差 (h)、 d_1 和 d_2 、密度 ρ_1 和 ρ_2 的關係式。(20 分)

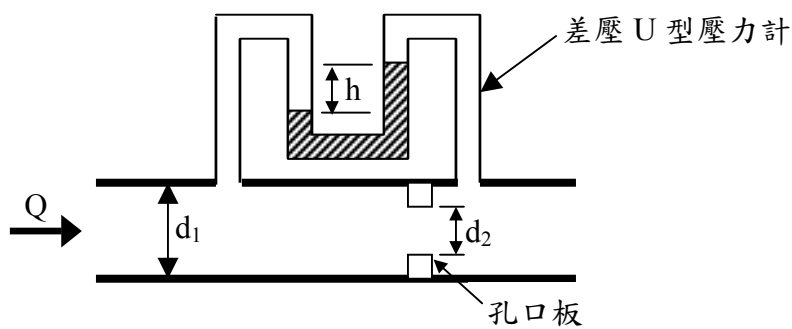


圖 1

二、利用 Bernoulli 方程式分析圖 2 所示的虹吸現象。考慮虹吸管下方閘門開放和關閉兩種情形，於圖中標示能量線 (EL, energy line) 和水力坡線 (HGL, hydraulic grade line)，並討論圖中位置(1)的破洞，在閘門開放和關閉時，會有水噴出或空氣滲入現象。請仿照圖 2 所示於答案紙上繪圖作答。(25 分)

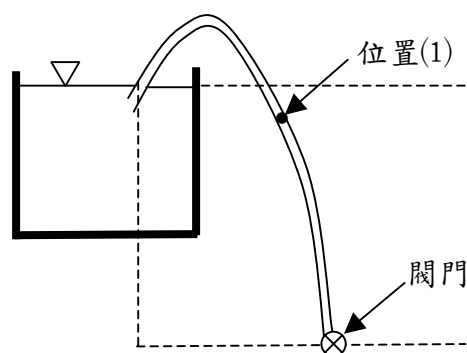


圖 2

(請接背面)

等 別：高員三級
類 科：機械工程
科 目：流體力學

三、考慮一長水平圓管連接於一大水槽，水從水槽流入圓管，如圖 3 所示，在進口端(1)處的起始速度分布接近均勻分布，水由(1)處經過進口發展區域 (entrance region)，一直到(2)處進入完全發展區域 (fully developed region) 而形成完全發展流 (fully developed flow)。請回答下列問題：

- (一)針對管流的進口發展區域 ((1)處到(2)處) 和完全發展區域 ((2)處到(3)處)，請分別繪圖說明邊界層發展過程和速度分布變化。請仿照圖 3 所示的座標圖於答案紙上繪圖作答。(15分)
- (二)繪出沿著長水平圓管(1)處到(3)處的流體壓力變化，並解釋說明各種力 (壓力梯度、黏滯力、慣性力) 的平衡關係。請仿照圖 3 所示的座標圖於答案紙上繪圖作答。(15分)

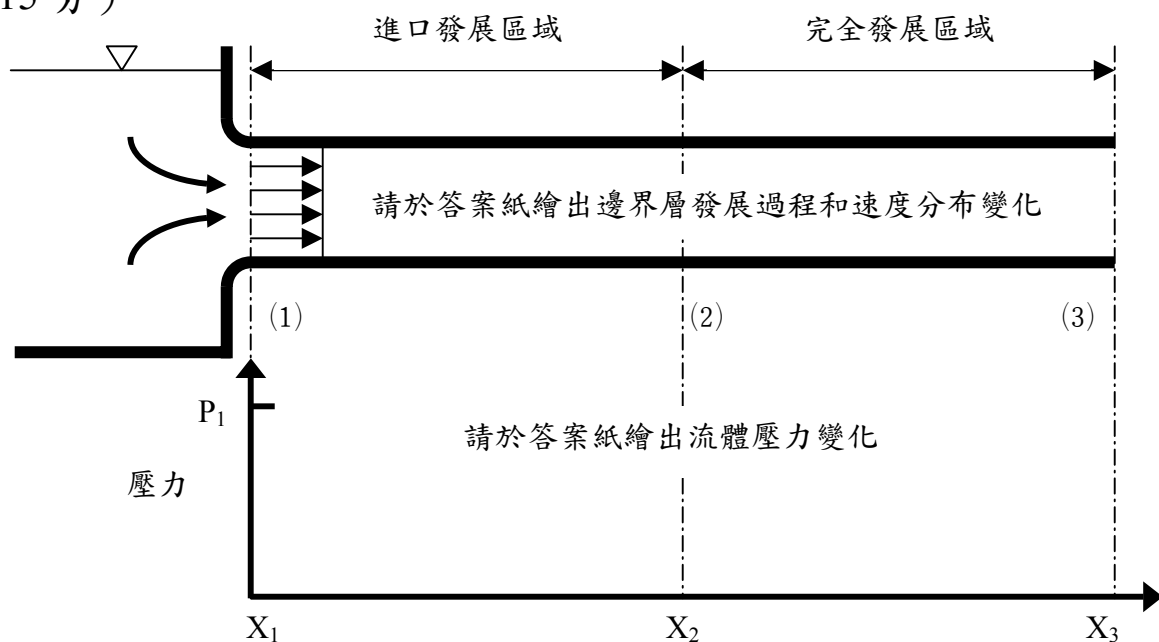


圖 3

四、考慮一流體 (壓力 P_0 、均勻流速 U 、密度 ρ) 由遠處流向一圓球，如圖 4 所示。針對流體流動為(a)非黏性流、(b)層流邊界層流及(c)紊流邊界層流三種狀態，請利用 C_p 值， $C_p = (P - P_0) / (0.5\rho U^2)$ ，繪圖說明圓球表面的流體壓力變化，並比較三種狀態的阻力 (drag) 大小。最後請解釋高爾夫球表面為何需要許多凹洞？請仿照圖 4 所示的座標圖於答案紙上繪圖作答。(25分)

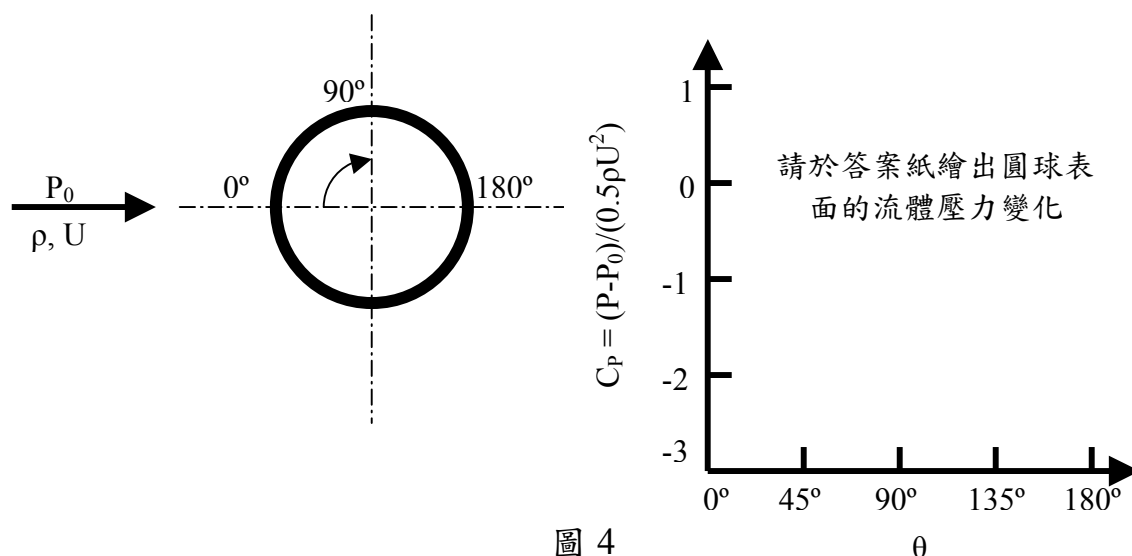


圖 4