

等 別：四等考試
類 科：水利工程、環境工程
科 目：流體力學概要
考試時間：1小時30分

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。

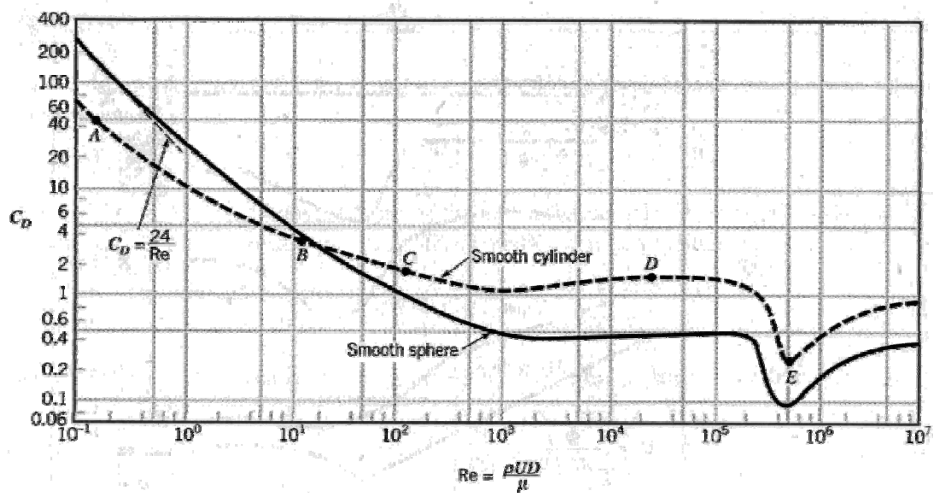
一、有一直徑 D 為 4 cm 的桌球，重 W 為 0.025 N (牛頓)，由游泳池池底釋放，桌球向上浮，一下子便達其終端速度 U 。

(一)試寫出桌球達終端速度時所受到池水的阻力 F (或稱拖曳力 Drag force) 與阻力係數相關之公式 (參考圖一)，池水的密度為 ρ 。(圖中 cylinder：圓柱，sphere：圓球) (5分)

(二)試繪圖說明達終端速度時，桌球所有的受力情形。(球體積 $V = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3$) (5分)

(三)根據圖一的阻力係數 C_D 圖，假設桌球達終端速度時的流況雷諾數介於 5×10^4 至 10^5 ，試算出終端速度 U ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)。(10分)

(四)已知當時池水的運動黏性係數 ν 為 $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ，試檢查流況雷諾數是否真的介於 5×10^4 至 10^5 之間？若否，試說明應該如何修正？(5分)



圖一

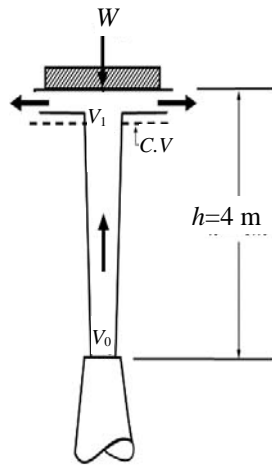
二、如圖二所示，一束水柱由下往上沖，離開圓孔噴嘴時的速度為 $V_0 = 10\text{m/s}$ ，噴嘴口的直徑 $D_0 = 2\text{cm}$ 水柱垂直向上一段距離 $h = 4\text{m}$ 之後，可單獨支撐一塊水平圓盤（重 W ）。

(一)經過 h 的向上距離後，水柱的流速由 V_0 變成 V_1 ， V_1 會比 V_0 大或小？理由為何？（5分）

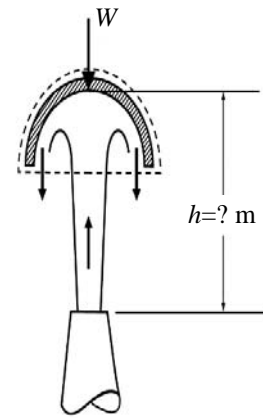
(二)試以伯努力（Bernoulli）方程式計算 V_1 為何？並列出所需的假設。（5分）

(三)試以動量方程式計算圓盤重量 W 為多少 kg ？試繪出動量方程式所依據的控制體積（Control Volume）以及各種受力。（10分）

(四)若將水平圓盤改為同樣重的碗，如圖三，其他條件不變，且碗重仍由水柱支撐，則 h 會增加或減少？理由為何？（5分）



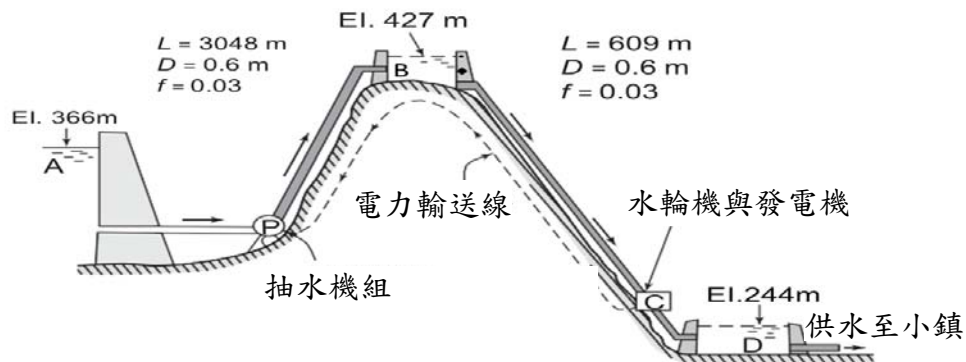
圖二



圖三

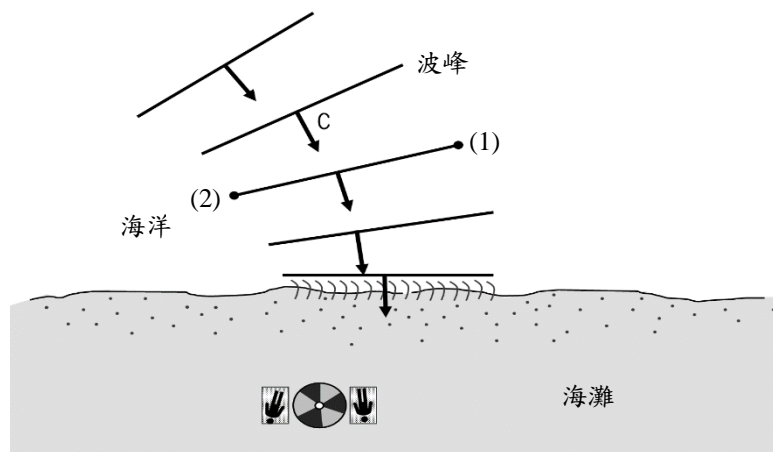
三、某一山區小鎮要評估未來的水源開發計畫，如圖四。其中包含於 A 處建一水庫，並以抽水方式引水至 B 處的山頂，再由 B 處以重力流方式輸水至 D 處。此重力流的高程差可用來發電，若於 C 處建立水輪機組，則所發的電力，可輸送至 A 水庫的抽水機組，將庫水抽至 B 處。假設下列的效率係數百分比：水輪機 80%，發電機 90%，電力輸送線 95%，抽水機組 60%，設計流量為 0.178 cms 。(圖上的 L、D、f 分別為輸水管長度、內徑以及管流損失摩擦因子)

- (一) A 處至 B 處及 B 處至 D 處的管流摩擦損失分別為多少 m？(5 分)
- (二) 若將 A 至 B 的管流損失增加至抽水揚程的估算，且考慮抽水機組的效率係數以及電力輸送效率，則抽水機組需消耗多少功率 (KW)？(10 分)
- (三) B 處至 D 處的可發電高程差若扣掉管流損失，且考慮水輪機與發電機的效率，則 C 處的發電將可獲得多少功率 (KW)？是否足以提供 A 水庫的抽水機組所需？(10 分)
- (四) 若水流之運動黏滯係數為 $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ，則管流之雷諾數為何？(5 分)



圖四

四、如圖五上視圖，當我們站在海邊沙灘上，常可看到數百公尺外的波浪因風向之故，其傳遞方向並非垂直於沙灘，但通常在接近沙灘時，因水深漸淺，會慢慢轉向以致於波峰或波前 (wave crest) 平行於沙灘，並產生碎波拍打沙灘。試以淺水波之方程式 $c = \sqrt{gh}$ ，來說明此一現象的原因。c 為波速，g 為重力加速度，h 為水深。(20 分)



圖五