

1. (20%) 考慮一長直圓管，直徑(內部)為 5 cm，粗糙高度為 0.2 mm，為了監測流況，相距 20 m 處兩測點量得壓力差為 1.5 m，請問：

(1) 若此管為水平配置，其流速多少？ (2) 若此管為垂直配置，其流速多少？(位置低者壓力大)。  
 請就此管為層流、紊流分別討論(1)(2)；討論紊流時，亦請就壁定律(law of the wall)評估是否為水力光滑管。(上述流況均可能存在)。

參考公式： $f = 64 Re$ ,  $f = 0.316 / Re^{1/4}$ ,  $\frac{1}{f} = -2.0 \log\left(\frac{\epsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}}\right)$ 。

參考數據：管內流體密度 1.2 kg/m<sup>3</sup>，黏滯係數  $1.8 \times 10^{-5}$  N sec/m<sup>2</sup> 重力加速度  $g = 9.81$  m/sec<sup>2</sup>。

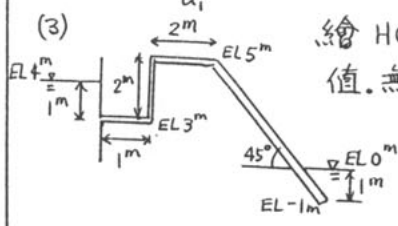
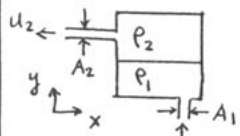
2. (20%) 將一長圓柱體插入水池中旋轉(沿其柱體軸向旋轉)，假設所有流況不致發生紊流。圓柱體內半徑為  $r_1$ ，外半徑為  $r_2$ ，轉速為  $\omega$ ，流體黏滯係數  $\mu$ ，密度  $\rho$ ，試繪出穩態流動時，水面之形狀？並列式說明水面流況。(忽略表面張力效應，可考慮高低  $Re$  流況)

3. (20%) 有一圓球顆粒(比重量  $SG=1.05$ )在靜止之水中因其重量由靜止開始運動，若其加速運動 Strouhal 數甚小而可忽略非穩態效應。試討論其可能之運動狀況及軌跡。(此顆粒為剛性，直徑為 1 cm，水密度 1 g/cm<sup>3</sup>，黏滯係數  $\mu = 1 \times 10^{-3}$  N sec/m<sup>2</sup>)。

4. (40%) 簡答題 (各題平均配分)

(1) 勢能(potential)流況， $\phi = U y \left(1 + \frac{a^2}{x^2 + y^2}\right)$ ， $x, y$  為卡氏座標， $U, a$  為兩常數。這是什麼流況？試說明之。

(2) 不可壓縮之兩流体置於一槽中(如圖1)若不混合且其性質( $\rho$ 表密度， $A$ 表管斷面積， $u$ 表斷面平均流速，下標 1, 2 表兩流體)均如圖示。請說明質量與體積守恆定律之關係式，並就此流況討論適用性。(假設槽寬  $(0 \leq z \leq b)$  甚大)



繪 HGL, EL 線並請於答案紙給出管中心線即可。但需標明大小值。無需考慮 Minor loss.

(4) 說明下列現象 ① water hammer ② cavitation ③ flow separation ④ Capillary wave