

等 別：三等考試

類 科：水利工程、環境工程、機械工程

科 目：流體力學

考試時間：2 小時

座號：\_\_\_\_\_

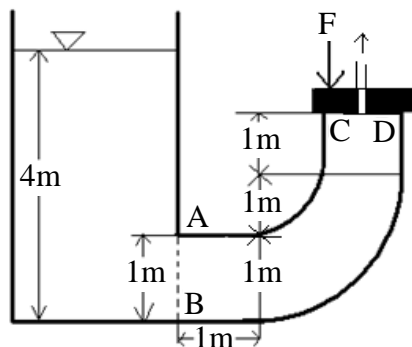
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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、如圖一，一個大水桶的水經過一個方型截面彎管連出去，截面為  $1\text{m} \times 1\text{m}$ ，彎管前後段各有  $1\text{m}$  的直管段，中間是一段四分之一圓的彎管，管最後的出口由一塊木塊擋住，但是木塊中央有一個直徑為  $\frac{2}{\sqrt{\pi}}$  公分的孔，因此會有水柱衝出。假設木塊上的力量夠大，可以讓木塊留在原地，也因為孔很小，因此彎管內水可以視為靜止。重力加速度為  $10\text{m/s}^2$ ，請問：

(一)  $F$  至少需要多大，板  $CD$  才會不動？(15 分)

(二) 整個彎管管壁  $ABCD$  的總受力為多少，請給合力的大小與方向。(水的密度為  $1\text{g/cm}^3$ ) (10 分)



圖一

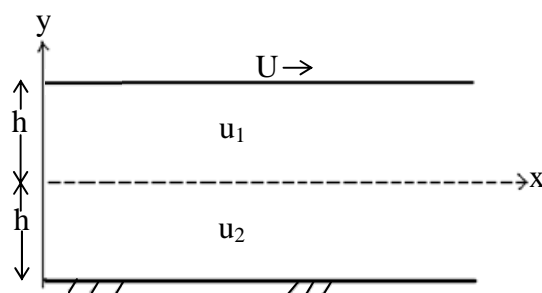
二、一個兩層液體系統如圖二，兩層液體的厚度、密度、動黏滯係數分別為  $h_1, \rho_1, \mu_1$  和  $h_2, \rho_2, \mu_2$ ，上層密度較小。這系統上下各為一平板。現在頂部的平板以速度  $U=1\text{m/s}$  向右緩緩拉動，系統仍然為穩流狀態。頂部平板會因為黏滯性帶動上層液體，上層液體被帶動後也會帶動下層液體。假設流動過程中，兩層液體仍然保持不混合，且厚度不變。只要兩層液體厚度不大，兩層的流速剖面都會是線性的，也就是上層可以用  $u_1 = a_1 + b_1 y$  表示，而下層可以用  $u_2 = a_2 + b_2 y$  表示。

(一) 在交界處，流速與剪力都是連續的，請證明  $a_1 = a_2$  及  $\mu_1 b_1 = \mu_2 b_2$ 。(5 分)

(二) 請再用上下板的流速算出  $a_1, b_1$ 。(5 分)

(三) 請計算上下板的剪力大小。(表示式中不可以有  $a_1, a_2, b_1, b_2$  等符號)(5 分)

(四) 請計算兩層的垂直流速和兩層的 vorticity。(5 分)



圖二

(請接背面)

等 別：三等考試

類 科：水利工程、環境工程、機械工程

科 目：流體力學

三、如圖三，若自由液面高程當零，管CD高程為 5m，管AB和管EF高程都是負 10m，所有管子都是邊長為 0.4m的方管。管子長度為AB=5m，BC=DE=15m，CD=5m，EF=15m。水的密度為  $1\text{g/cm}^3$ ，水的蒸氣壓力為  $2300\text{ N/m}^2$ ，大氣壓力等於 10m水深。回答以下兩種情況的問題：

(一)若把管子中的流況視為無黏性的流體，

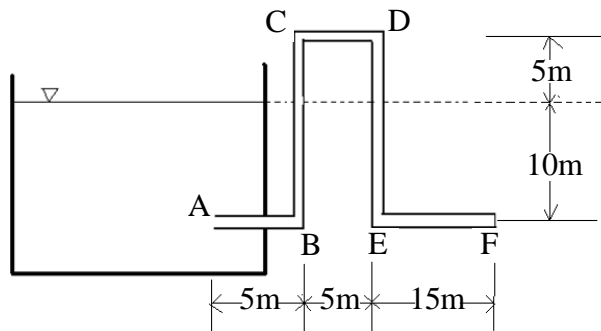
1. 出口 F 的流速為多少？(10 分)

2. 解釋何謂穴蝕，D 點會有穴蝕嗎？(5 分)

(二)若管子中的流況為有黏性且有能量損失的流體，且在 B、C、D、E 四個轉彎口有次要損失，次要損失係數為 0.5，在 A 和 F 點有出入口損失，次要損失係數為 1.0。管子的粗糙度為 0.002m，水的動黏滯係數為  $10^{-3}\text{Ns/m}^2$ 。

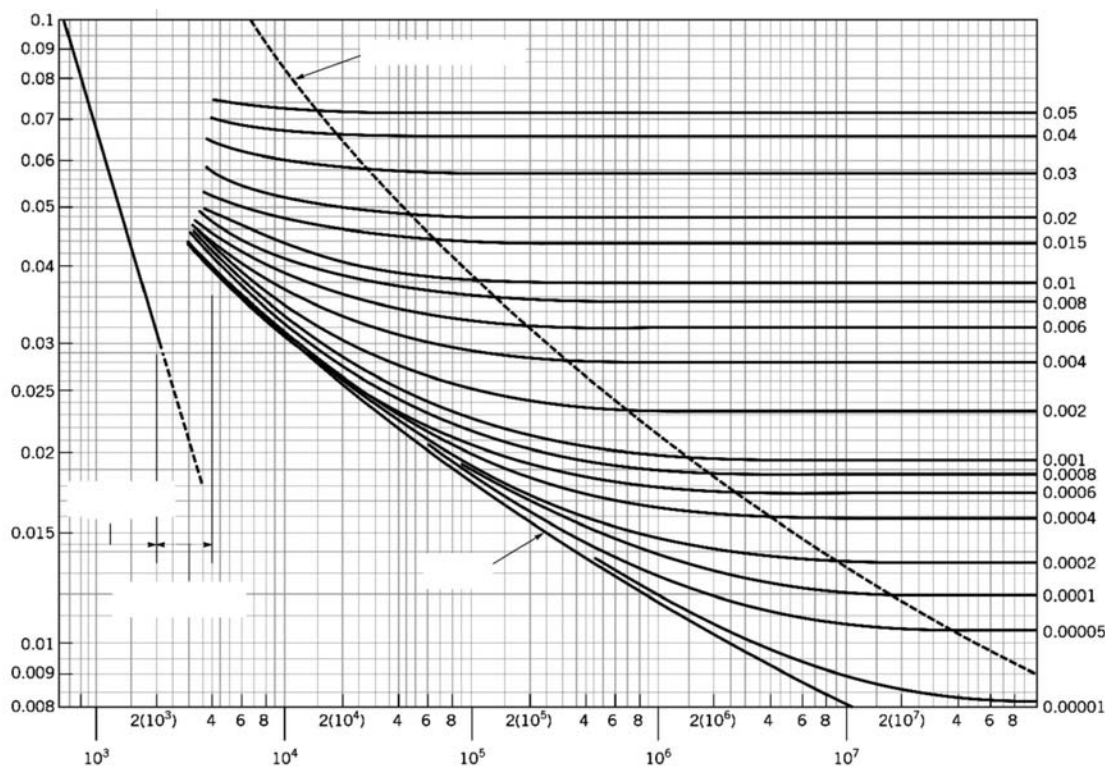
1. 出口 F 的流速為多少？(20 分)

2. D 點會有穴蝕嗎？(5 分)



圖三

圖四為無座標的 Moody Diagram 主要損失圖，請自行利用。



圖四

四、一矩形渠道，渠道寬為  $b$ ，水深為  $y$ 。

(一)再給定流量  $Q$ ，曼寧  $n$ ，渠底坡度  $S$  的條件下，請證明均勻流之最佳水力斷面 (best hydraulic cross section) 為  $b/y=2$ 。(10 分)

(二)現在渠寬  $b=2\text{m}$ ，在最佳水力斷面條件下，渠道中流量為多少 ( $n=0.01$ ， $S=0.01$ )？(5 分)