

1. (a) 通常幫浦(Pump)的效率約在70%左右。假如你新購一個幫浦，而想知道它的效率到底有多少，則你要如何測試？ (5%)  
 (b) 何謂NPSH (Net Positive Suction Head)？它在流體輸送程序的設計上有何重要性？ (5%)
2. 有一直徑1英吋的水管突然破裂，此水管和一壓力為5 kg/cm<sup>2</sup>的儲槽相連，且破裂處距離此壓力儲槽8公尺。已知水的密度為1 g/cm<sup>3</sup>，且黏度為0.01 g/cm-sec。試求在下列三種假設下，水的流出速率為多少？a) 無黏度之流動(Inviscid Flow)。b) 層狀流動(Laminar Flow)。c) 渦狀流動(Turbulent Flow)。  
 註：渦狀流動的揚程損失(Head Loss)， $h_L$ ，可由下式求出  

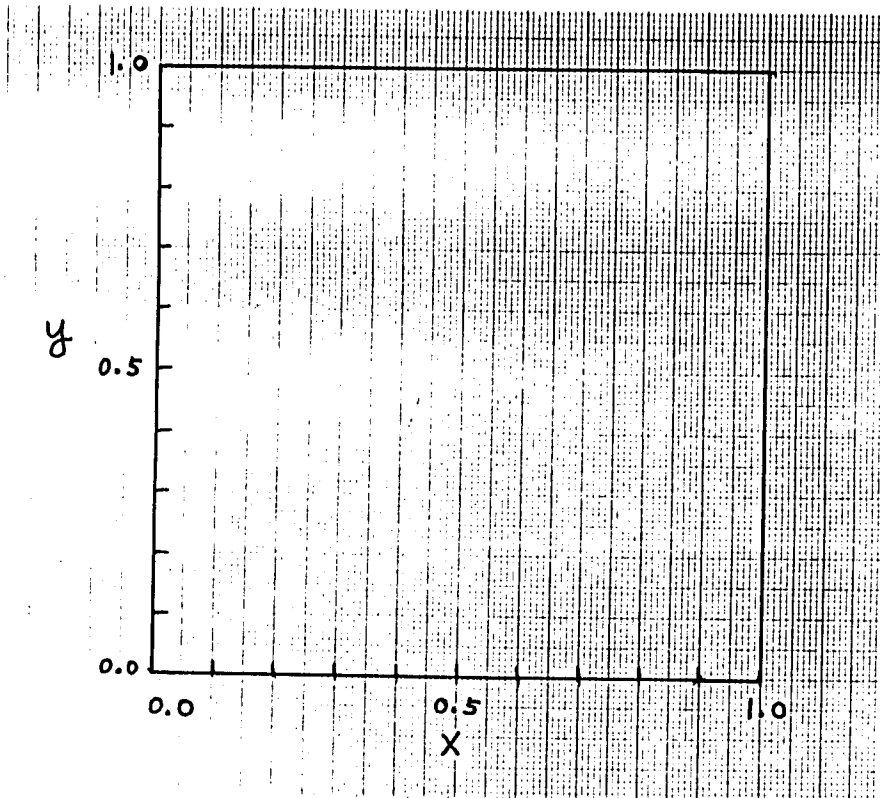
$$h_L = 2f_f \frac{L}{D} \frac{v^2}{g}$$
 其中， $f_f = 0.046 Re^{-0.2}$ 。 (15%)
3. 請說明流勢函數(Stream Function)是如何定義出的？它和流線(Streamline)之間有何關係？ (5%)
4. (a) 試比較Biot number和Nusselt number的異同。 (2%)  
 (b) 試比較蒸發(Evaporation)與乾燥(Drying)，蒸餾(Distillation)，和結晶(Crystallization)的不同。 (3%)
5. 一直徑為0.25英吋的銅球( $k = 220$  Btu/hr-ft-°F,  $C_p = 0.1$  Btu/lb<sub>m</sub>-°F,  $\rho = 500$  lb<sub>m</sub>/ft<sup>3</sup>)，置於溫度為100 °F的氣流中30秒後，銅球的平均溫度由50 °F上升至80 °F。試估計銅球與氣流間的热傳係數， $h$ 。 (10%)
6. (a) 試說明對數平均溫度差(Log-mean temperature difference)在分析單程(Single pass)热交換器的用處。 (5%)  
 (b) 當對流(Counterflow)热交換器的兩端溫度差相等時，請問其對數平均溫度差為何？ (5%)
7. (a) 試寫出摩耳平均速度(molar average velocity,  $U_M$ )與體積平均速度(volume average velocity,  $U_V$ )之定義。 (5%)  
 (b) 在成份為A與B的理想氣體中， $U_M$ 與 $U_V$ 之關係為何？ (5%)  
 (c) 利用(b)的結果，試推導相對於 $U_V$ 的摩耳流通率(molar flux,  $v_{JA}$ )與相對於 $U_M$ 的質量流通率(mass flux,  $m_{JA}$ )之間的關係式。 (5%)
8. 一直徑為7 ft之圓柱形容器中，裝有濃度為100%之正-丁醇(n-butanol)液體，其液面位置距頂部開口約2.5 ft，在容器內之空氣為靜止(stagnant)，但外部有氣流以與圓柱垂直之方向通過，因此，頂部開口處之正-丁醇在空氣中之濃度可以認為是接近於零。若系統之溫度與壓力各為77 °C與1 atm，在此狀況下，正-丁醇在空氣中之擴散係數為 $D_{n-butanol-air} = 0.438$  ft<sup>2</sup>/hr，而正-丁醇在77 °C之蒸氣壓為144 mmHg，試計算出正-丁醇之穩態蒸發速率(請以lb mole/hr為單位)。R = 0.73 atm-ft<sup>3</sup>/lb mole-°R。 (15%)

9. 某工程師欲設計一平板式吸收塔，利用有機溶劑處理工廠中因反應而產生之廢氣。廢氣中約含 30 mole % 之丙酮，其餘為空氣，在排放至大氣前，此一廢氣中丙酮量應減少為原來之 3%。設自塔頂進入之有機溶劑不含丙酮，而自塔底離開之溶劑中丙酮之濃度為 10 mole %。同時，氣液相中丙酮濃度之平衡關係為

$$y_e = 1.9 x_e$$

其中， $y_e$  與  $x_e$  分別為丙酮在氣液相中之摩耳分率。

- (i) 利用質量平衡推導出塔中任一位置，丙酮在氣液相中摩耳分率之關係式，亦即將  $y$  (氣相中丙酮摩耳分率) 表示成  $x$  (液相中丙酮摩耳分率) 之函數。 (7%)
- (ii) 利用下面之方格紙以圖解法求出理想板數，並在答案卷中繪一簡圖，說明你的求解步驟。 (8%)



119

(題目將用本張複印製版請以黑色正楷書寫或打字並請勿超出此線)