

單元操作

國立成功大學 75 學年度 化學工程研究所 考試(單元操作試題) 共 2 頁 第 1 頁

[說明] 本試題共六題, 第(1)至(4)題各 15%, 第(5)(6)各 20%。

- (1) 60°F 的水 ($\rho = 62.37 \text{ lb/ft}^3$) 流經 40 號 3 吋之鋼管 ($ID = 3.068$ 吋), 管線內有文氏計 (Venturi meter) 和孔口計 (Orifice meter), 喉口直徑均為 1 吋, 壓力計內的流體均為比重 1.6 的四氯化碳。孔口計的壓力計液面差為 18 吋, 求文氏計的壓力計液面差。已知孔口係數 $C_o = 0.61$, 文氏係數 $C_v = 0.98$, 兩流量計相距很遠, 互不影響, 且同時操作。
- (2) 有大小相同之圓球 A, B, C, 其溫度都是 30°C, 將三者同時置於 0°C 之冰水中, 問中心點達到 5°C 時, 以何者所需之時間最短? 何者最長? 請說明其原因? 已知 A, B, C 三物質之物性如下:

物性編號	k (W/m-°C)	ρ (kg/m ³)	C_p (J/kg-°C)
A	60	10×10^3	1.5×10^2
B	40	6×10^3	4.0×10^2
C	20	3×10^3	3.0×10^2

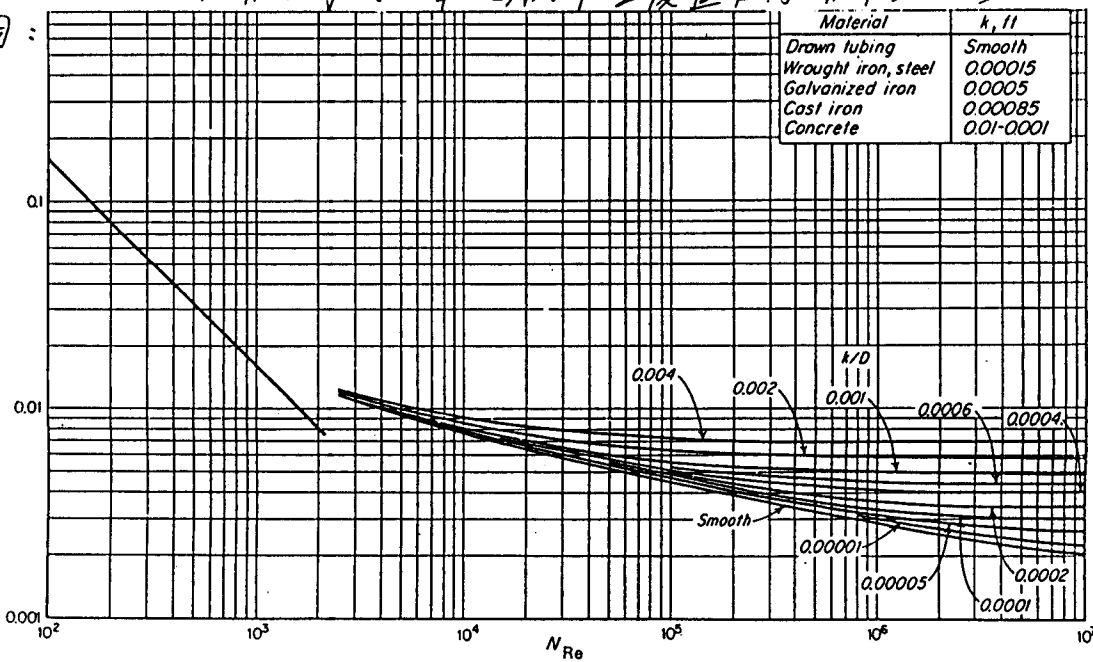
- (3) 有一種氨水溶液含氨之莫耳分率 $X_A = 0.05$, 已知稀氨水溶液可以用亨利定律計算氨的分壓: $P_A = H X_A$, $H = 9 \text{ KN/m}^2$ 。若空氣中含氨之莫耳分率 $y_A = 0.02$, 總壓力 $P = 100 \text{ KN/m}^2$, 以氣相為準的總括質量傳送係數為 $K_G = 2.3 \times 10^{-4} \text{ K-mole/KN-s}$ 。試問
 (a) 氨會由那一相向那一相流動? (b) 氨之質量流通量為多少 $\text{K-mole/m}^2\text{-s}$ 。
- (4) 水在一薄銅管中流動, 其對流熱傳送係數 h_i 以實驗式表之:
 $h_i = 25 \bar{v}^{0.8} \text{ Btu/hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$, 式中 \bar{v} 為水在管中之平均速度 ft/sec 。
 薄銅管表面和空氣間之對流熱傳送係數 h_o 為: $h_o = 0.5(\Delta T)^{1/4} \text{ Btu/hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$, ΔT 為管壁和空氣間之溫度差 $^\circ\text{F}$ 。
 假設銅管本身之熱傳阻力可以忽略不計, 若水之溫度為 35°F, 大氣之溫度為 -25°F。試求水在何種流速下, 始可使水不會結冰。
- (5) 貯槽中存有某溶液, 其密度為 928 kg/m^3 , 粘度為 4 CP, 假設在液面下 6 m 處之槽側引出一 40 號 4 吋之鋼管 ($ID = 4.026$ 吋 = 0.1023 m), 此管總長為 45 m, 其中含 2 個閘閥 (gate valve) 及一個彎管 (90° elbow)。若溶液在低於引出管 9 m 處之出口流出, 試求
 (a) 溶液流出之平均速度 m/sec (b) 溶液出口之體積流率 m^3/hr 。
 已知損失係數 (loss coefficients) 為:
 Gate valve, wide open $K_f = 0.2$, Constriction-loss coefficient
 Elbow, 90° $K_f = 0.9$ $K_c = 0.4(1 - \frac{S_2}{S_1})$
 (註: 本題管路圖及 Friction-factor chart 在下頁題末, 本題需利用 trial & error 求溶液出口之平均速度 \bar{v} , 並請說明其計算步驟。)

(6) 35% 乙醇水溶液在飽和沸點 (saturated liquid) 以 500 kg/hr 之流率進入精餾塔，以期獲得 90% 乙醇之塔頂產品及 5% 乙醇之塔底產品。請以 Ponchon-Savarit 作圖法，試求：

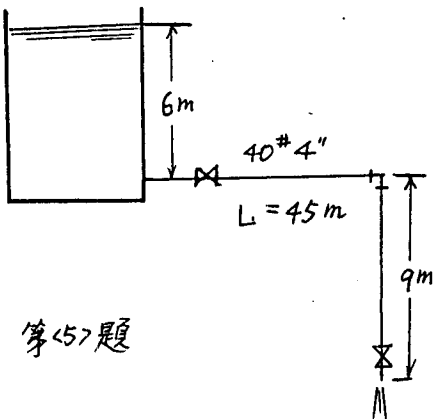
(a) 最小回流比 (Minimum reflux ratio) R_{min} ，(b) 取回流比為 1.5 R_{min} 來操作，試求所需之理想板數及加料板的位置，(c) 若取全回流 (Total reflux ratio) 來操作，試求最少理想板數。

(註：請將 濃度-焓圖描在答案紙上，以便作圖。請簡要說明作圖之方法，以上各答案請分別以鉛筆及原子筆重覆畫在同一個圖上。)

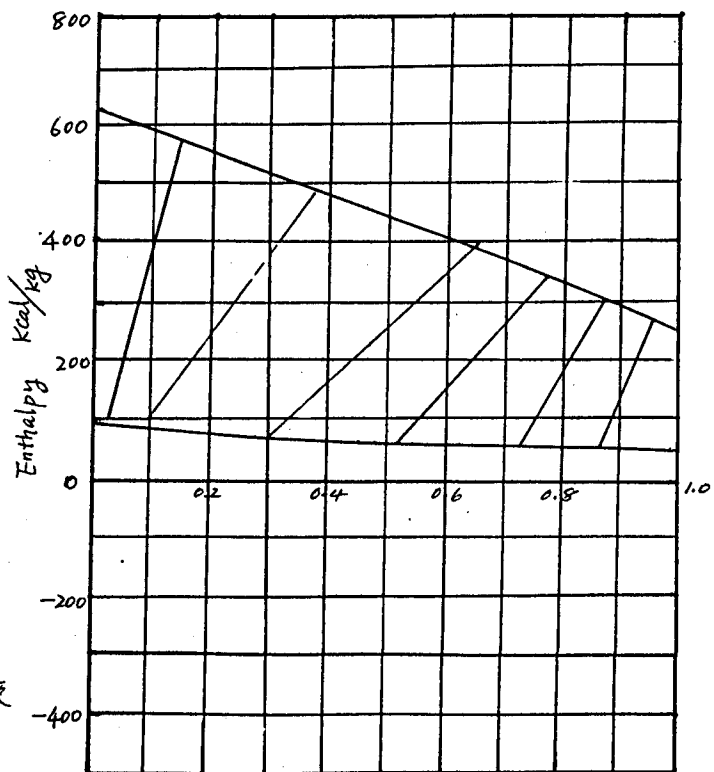
附圖：



Friction-factor chart.



第(5)題



第(6)題
乙醇水溶液
濃度-焓圖