

國立宜蘭大學

104 學年度研究所碩士班考試入學

輸送現象與單元操作試題

(化學工程與材料工程學系碩士班)

准考證號碼：

《作答注意事項》

- 1.請先檢查准考證號碼、座位號碼及答案卷號碼是否相符。
- 2.考試時間：100 分鐘。
- 3.本試卷共有五大題，共計 100 分。
- 4.請將答案寫在答案卷上。
- 5.考試中禁止使用大哥大或其他通信設備。
- 6.考試後，請將試題卷及答案卷一併繳交。
- 7.本試卷採雙面影印，請勿漏答。
- 8.本考科可使用非程式型（不具備儲存程式功能）之電子計算機。

(一)簡答題：每一小題 5 分，共 30 分

1. 擴散係數(diffusivity)在 SI 的單位是什麼？
2. 二成分系是低沸點共沸混合物(minimum-boiling azeotrope)，繪出在定壓下溫度與成分之關係圖，另繪出其相對應的蒸氣-液體平衡圖(vapor-liquid equilibrium curve)。
3. 圓柱管管外半徑 R_1 ，保持恆溫 T_1 ，管外包覆一層保溫材質，其厚度為 $R_2 - R_1$ 。保溫材質外部接觸的空氣溫度是 T_2 ($T_1 > T_2$)。試問圓柱管從保溫材質到接觸空氣的熱傳速率、即由 R_1 到 R_2 ，是否隨著 R_2 增加而減少？解釋說明之。
4. 使用 100 kg 的甲基異丁酮 (MIBK) 為溶劑，萃取 100 kg 的 40 wt% 丙酮水溶液。試用三角形座標約略表示此平衡關係圖。圖中顯示 one phase region, two phase region, plait point, extract phase (萃取相) and raffinate phase (萃餘相)。
5. 流體通過圓柱管中的銳邊孔口流量計 (orifice meter)，解釋 vena contracta。
6. 在蒸發單元操作(evaporation)，解釋 boiling-point elevation 和 Duhring's rule。

(二)單選題：每一小題 5 分，共 40 分

1. 汽電共生過程中，高壓蒸氣因降壓為低壓蒸氣，經由蒸氣渦輪而產生電。此過程在理想狀下，最合乎
(A) 等熵過程 (B) 等焓過程 (C) 等壓過程 (D) 等溫過程
2. 一般而言，何種流量計裝置在管中測量流體流速時造成的壓力損失最小
(A) 銳邊孔口流量計 (orifice meter) (B) 文氏流量計 (Venturi meter)
(C) 皮托流量計 (Pitot tube) (D) 無法判斷
3. 考慮飽和液體池沸騰(pool boiling of saturated liquid)，以 q/A (the heat flux) 和 ΔT (加熱體表面與沸騰液體的溫差) 作圖，可以分為四個區間(four segments)。那個區間 q/A 隨 ΔT 增加而下降
(A) natural convection boiling (B) nucleate boiling (C) transition boiling
(D) film boiling
4. 承上題，那個區間幅射熱傳比較顯著而重要
(A) natural convection boiling (B) nucleate boiling (C) transition boiling
(D) film boiling

5. 火爐內部保持常溫 800°F ，爐壁厚度為 8 inch ，其熱傳係數為 $0.25\text{ Btu}/(\text{hr} \cdot \text{ft} \cdot ^{\circ}\text{F})$ 。火爐外部保持常溫 500°F ，計算火爐熱損失最接近多少 $\text{Btu}/(\text{hr} \cdot \text{ft}^2)$
(A) 9 (B) 50 (C) 113 (D) 600
6. 兩互不相溶的液體 A 和 B，通過兩個水平板之間呈穩態層狀流動(steady state and laminar flow)。假設液體 A 和 B 在兩個水平板之間所佔的厚度一樣，液體 A 和 B 的密度為 ρ_A 和 ρ_B 且 $\rho_A > \rho_B$ ，黏度為 μ_A 和 μ_B 且 $\mu_A > \mu_B$ 。最大速度發生在
(A) 液體 A 中 (B) 液體 B 中 (C) 兩液體交界面上 (D) 無法判斷
7. 由甲醇和水所構成的兩成分系，其相對揮發度(relative volatility) α 為一常數其值 $\alpha=3.6$ 。y 和 x 分別代表氣相和液相中甲醇的莫耳分率，下列那點(y, x)離平衡線最遠
(A) (0.71, 0.3) (B) (0.78, 0.5) (C) (0.89, 0.7) (D) (0.97, 0.9)
8. $\text{Nu} = 2.0 + 0.6\text{Re}^{1/2}\text{Pr}^{1/3}$ 是描述流體流過一球體時其 Nu 與 Re 和 Pr 之關係。假設流體沒有流動，Nu 的值約為
(A) 1.4 (B) 2.0 (C) 2.6 (D) 0

(三) A distillation column is to be designed to separate 1000 kgmole/hr of a saturated liquid mixture of 30 mole% pentane, 40 mole% hexane and 30% mole octane at a pressure of 1 atm. The 90% of the hexane is recovered in the distillate and 95% of the octane is recovered in the bottom. If the reflux ratio is 2.0 :

- (a) State all reasonable assumptions for preliminary design. (4 分)
(b) Determine the mole flowrate of the distillate and bottom products for this column. (3 分)
(c) Determine the composition of the distillate and bottom products for this column. (3 分)
(d) Determine the liquid flow rate in rectifying section. (3 分)

(四) The following diagram shows a centrifugal pump that is used for pumping a liquid (density $\rho = 55 \text{ lb/ft}^3$ and viscosity $\mu = 0.01 \text{ lb/(ft} \cdot \text{s)}$) from one tank to another through a length 1500 ft (including fitting) and inside diameter 0.5 ft pipeline.

The performance curve for the pump was given by manufacturer and can be represented by:

$$\Delta p = a - bQ^2,$$

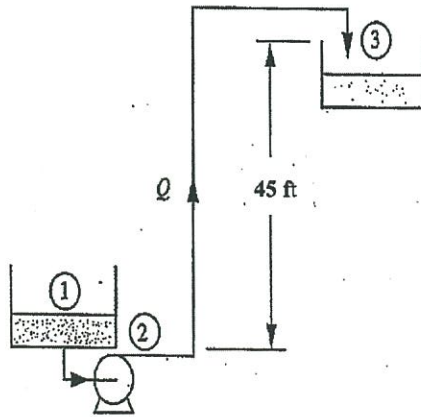
in which Δp (psi) is the pressure increase across the pump, Q is the flow rate in ft^3/s , and a and b are constants. If $a = 52.5 \text{ psi}$ and $b = 129.5 \text{ psi}/(\text{ft}^3/\text{s})^2$, determine:

- (a) The pressure drop (psi) in the pipeline between point 2 and 3 is given closely in term of the flow rate Q (ft^3/s) by:

$$p_2 - p_3 = 17.2 + 1846f_F Q^2, \text{ in which } f_F \text{ is the Fanning friction factor. (5 分)}$$

- (b) The operating point of flow rate Q (ft^3/s) assuming $f_F = 0.009$. (3 分)

- (c) The Reynolds number in the pipeline. (3 分)



Hint: a steady state momentum balance between any two points can be expressed by:

$$\Delta p = 2f_F \rho u_m^2 L/D + \rho g \Delta z \quad [\text{unit: poundal}/\text{ft}^2, \text{poundal} = (\text{lb}_m \cdot \text{ft}/\text{s}^2)]$$

- (五) The oil enters a 3 cm outside diameter tube at 20°C and leaves at 150°C . The flow of oil is 0.5 kg/s , and is heated by saturated steam condensing to saturated liquid outside at 180°C . The thermal conductivity of the oil is $0.16 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$, and the specific heat is $1750 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C})$. If the average total heat-transfer coefficient is $1200 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, determine :
- (a) heat transfer surface area. (3 分)
 - (b) the length of tube. (3 分)