

國立宜蘭大學

102 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)

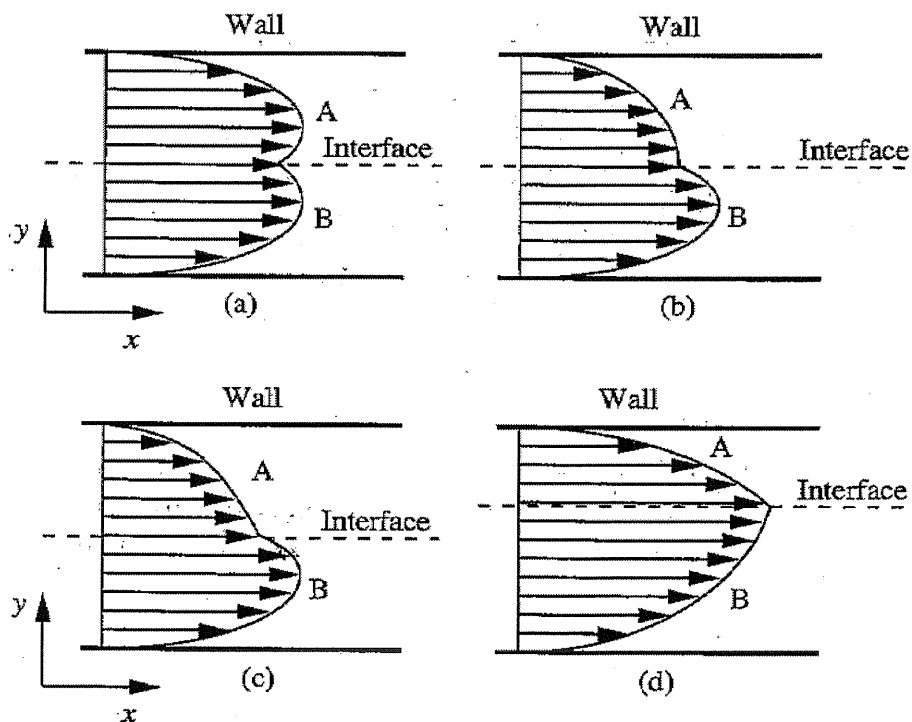
准考證號碼：

《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. 本試卷共有四大題，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 35 分

1. 何謂共沸物(azeotrope). (5%)
2. 考慮蒸餾操作，以 cost 為縱座標軸、reflux ratio 為橫座標軸。將蒸餾塔的固定花費線(fixed costs)、能源花費線(cost of heating and cooling)，和整個花費線(total cost)表示在圖上。(5%)
3. 在第 2 題完成的圖上標出最適回流比(optimum reflux ratio)。一般而言，約為最小回流比多少倍。(5%)
4. 考慮飽和液體池沸騰(pool boiling of saturated liquid)，以 q/A (the heat flux)和 ΔT (沸騰液體與加熱體表面的溫差)作圖，可以分為四個區間(four segments)。列出四個區間的沸騰機構名稱。(5%)
5. 兩互不相溶的液體 A 和 B，通過兩個水平板之間呈穩定狀態、層狀流動(steady state and laminar flow)。兩個水平板之間的距離為 $2h$ ，如下圖所示。假設液體 A 和 B 在兩個水平板之間所佔的厚度一樣，都是 h 。液體 A 和 B 的平均速度為 U_A 和 U_B 、黏度為 μ_A 和 μ_B 。
 - (a) List four boundary conditions for solving the problem (5%)
 - (b) Judge which fluid has lower viscosity from Figure (c), Explain the reasons for your answer. (5%)
 - (c) Which of the velocity profiles shown in followings are impossible? Explain the reasons for your answer. (5%)



(二) 單選題：每一小題 5 分，共 35 分

1. 18 kg/s 的熱水經由雙套管熱交換器，溫度從 350 K 冷卻到 330 K。冷卻水以 24 kg/s、310 K 進入熱交換器。假設總熱傳系數是 $2.5 \text{ kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，水的比熱是 $4.2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，熱水和冷水是同向流動。所需熱交換器面積最接近 (5%)
(A) 28 m^2 (B) 32 m^2 (C) 36 m^2 (D) 40 m^2
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大 (5%)
(A) 銳邊孔口流量計 (orifice meter) (B) 文氏流量計 (Venturi meter)
(C) 噴嘴式流量計 (nozzle meter) (D) 無法判斷
3. 濃度為 5% 的 NaOH (重量百分率) 以 100 kg/hr 進入一單效蒸發器，出口 NaOH 濃度提高為 50% 的 NaOH。假設使用的蒸汽用量為 100 kg/hr，此蒸發器的經濟效益 (economy) 是多少 (5%)
(A) 0.75 (B) 0.80 (C) 0.85 (D) 0.90
4. 假設儲槽放在高山上，高山上的大氣壓力為 12.1 psia。儲槽的絕對壓力為 10.2 psia。求儲槽的錶壓是多少 psig (5%)
(A) -1.9 (B) 1.9 (C) 22.3 (D) -4.5
5. 考慮較低的質傳速率 (at low mass-transfer rates)，下列那一個質傳的無因次數 (dimensionless group) 相當於在熱傳的 Pr (Prandtl number) (5%)
(A) Nu (Nusselt number) (B) Re (Reynolds number)
(C) Sc (Schmidt number) (D) Sh (Sherwood number)
6. 某水溶液 1000 ml，其中含有溶質 50 克。現以 400 ml 與水不互溶的有機溶劑加入萃取。在達到平衡後，該有機溶劑大約可萃取多少克的溶質。(溶質於有機溶劑與水的分配係數 (distribution coefficient, $K = 4$) (5%)
(A) 10 (B) 12.5 (C) 24.5 (D) 30.8
7. 有一火爐自內向外由 25 cm 耐火磚、15 cm 之絕緣體緊密接合所組成。耐火磚和絕緣體的熱傳導係數分別為 1.8 和 $0.4 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。假設火爐內壁溫度為 800 K，絕緣體外壁溫度為 300 K。則耐火磚與絕緣體之界面溫度接近多少 K (5%)
(A) 655 (B) 665 (C) 675 (D) 685

(三) A distillation column is to be designed to separate 678 kmole/hr of a mixture of 30 mole% methanol and 70 mole% water at a pressure of 1 atm. The overhead product should achieve a purity of 90 mole% methanol and the bottom product a purity of 95 mole% water. The relative volatility can be assumed to be constant and equal to 3.6. The relative volatility for a binary mixture of component A and B is defined as

$$\alpha_{AB} = (y_A/x_A)/(y_B/x_B).$$

- (a) Determine the minimum reflux ratio if the feed is saturated liquid (5%)
- (b) Determine the minimum reflux ratio if the feed is saturated vapor (5%)
- (c) Determine the vapor mole fraction of methanol if liquid mole fraction of methanol is 0.4 at equilibrium (5%)

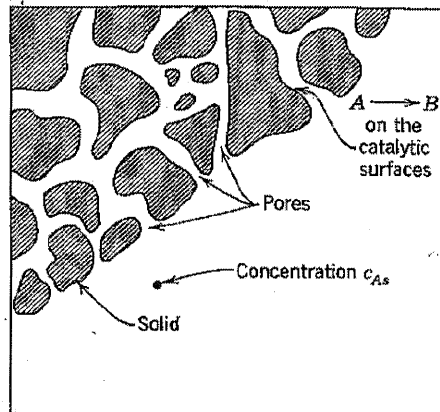
the operation line for the rectifying section is $y = R_D/(R_D+1) \cdot x + x_D/(R_D+1)$

the q-line equation is $y = q/(q-1) \cdot x - x_F/(q-1)$

- (四) By applying the shell mass balance method and Fick's first law to describe diffusion on the inside of a spherical porous catalyst particle of radius R . This particle is in a catalytic reactor, where it is submerged in a gas stream containing the reactant A and the product B . Let a be the available catalytic surface area per unit volume (of solids + voids). If the reaction rate can be expressed as $R_A = -k \cdot a \cdot C_A$, and the concentration of the surface of the catalyst particle is C_{As} . The general solution containing two integration constants is

$$\frac{C_A}{C_{As}} = \frac{C_1}{r} \cosh\left(\sqrt{\frac{k \cdot a}{D_{AB}}} r\right) + \frac{C_2}{r} \sinh\left(\sqrt{\frac{k \cdot a}{D_{AB}}} r\right)$$

- (a) List two boundary conditions (5%)
(b) Solve the equation by applying the boundary conditions. (10%)



Pore in the catalyst in which diffusion and chemical reaction occur