

## 國立臺北科技大學九十九學年度碩士班招生考試

系所組別：3510 化學工程研究所甲組

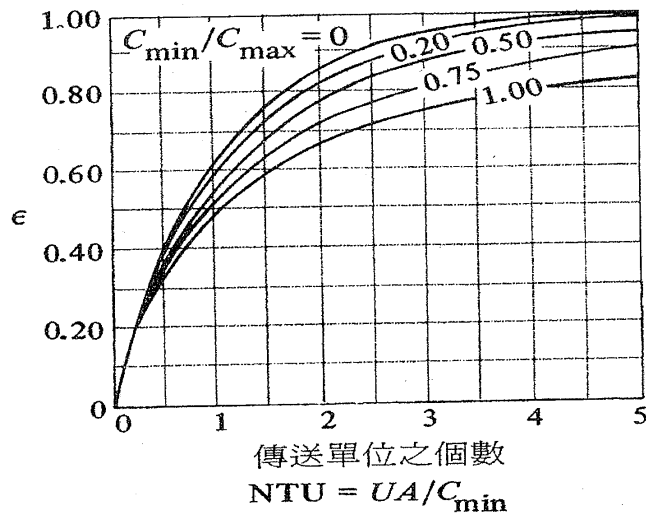
第一節 單元操作與輸送現象 試題

第一頁 共二頁

**注意事項：**

1. 本試題共五題，配分共 100 分。
2. 請標明大題、子題編號作答，不必抄題。
3. 全部答案均須在答案卷之答案欄內作答，否則不予計分。

1. 某雙套管熱交換器的加熱面積為  $A_o = 10 \text{ m}^2$ ，總括傳熱係數  $U_o = 300 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，假設水以  $0.7 \text{ kg/s}$  的速率流入，入口溫度為  $300 \text{ K}$ ，平均比熱  $C_{p,\text{water}} = 4192 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ，另一股流體油以逆流方向流入，速率為  $3.2 \text{ kg/s}$ ，入口溫度為  $385 \text{ K}$ ，平均比熱  $C_{p,\text{oil}} = 1890 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ，試求(a)水與(b)油之出口溫度？與(c)總換熱速率？  
(a, b, c配分各6分，共計18分)

已知逆流式熱交換器的效率  $\epsilon$  對傳送單位數 NTU 之作圖如下

2. (a)有一恒溫牛頓流體在水平圓管中軸向流動，假設該流動為穩態層流，並忽略入口效應而成為全展流，此圓管之管半徑  $R$ ，管長  $L$ ，而且  $R \ll L$ ，壓力降為  $P_o - P_L$ ，試以薄殼之質量、動量均衡推導出體積流率與壓降之數學關係式？(b)甘油在  $25.6^\circ\text{C}$  流經一水平細管，管長為  $30.48 \text{ cm}$ ，內徑  $0.254 \text{ cm}$ ，經實驗測得在壓力差  $2.76 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  下，體積流率為  $113 \text{ cm}^3/\text{min}$ ，已知甘油之密度在  $25.6^\circ\text{C}$  為  $1.261 \text{ g/cm}^3$ ，試利用哈根帕辭(Hagen-Poiseuille)公式，試分別求出甘油之黏度及(c)雷諾數並判斷是層流區或紊流區？ (a配分14分，b, c各5分，共計24分)
3. 在恆溫  $370 \text{ K}$  及恆氣壓  $1.0 \text{ atm}$  條件下，乙醇  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (成分A，分子量46) 與水蒸氣  $\text{H}_2\text{O}$  (成分B，分子量18) 在氣膜厚度為  $0.2 \text{ mm}$ ，面積為  $20 \text{ m}^2$  的垂直精餾塔中，進行穩態的等莫耳逆向擴散，乙醇由氣體傳至液體，水由液體傳至氣體，若已知乙醇在氣膜外某處之莫耳分率為  $0.7$ ，而乙醇在該處氣膜內之莫耳分率為  $0.2$ ，擴散係數  $D_{AB} = 0.079 \text{ m}^2/\text{h}$ ，理想氣體常數  $R = 8.314 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{g mole}\cdot\text{K})$ ，(a)試估算乙醇與水蒸氣的分別成分之擴散速率為多少  $\text{kg/h}$ ？(b)假設相同條件下，若是塔底端改用一種水蒸氣(成分B)無法溶解於不揮發溶劑中，而乙醇(成分A)得以在水蒸氣(成分B)靜滯層中進行穩態的單向擴散且溶解於此溶劑中，試估算此時乙醇的擴散速率為多少  $\text{kg/h}$ ？(c)則(b)比(a)較快或較慢多少%？ (a配分8分，b配分10分，c配分2分，共計20分)
4. 從住宅區自來水鐵管的鉛焊接口處溶解鉛可能引起人體的健康問題，據法定的自來水水質標準，規範溶解鉛的最大容許濃度為  $0.05 \text{ g/m}^3$ 。目前的自來水若以  $0.2 \text{ m/s}$  的速度流經內徑  $0.03 \text{ m}$  的住宅水管，由於該管線的鉛焊接口內壁與水的接觸界面處之溶解鉛濃度可達  $25 \text{ g/m}^3$ ，因此無鉛自來水流經鉛焊接口時水中溶解鉛的濃度會持續增加，(a)試以薄殼之質量均衡推導該管線出口處水中溶解鉛的濃度與質量傳送係數之數學關係式？(b)並估算無鉛自來水從管線入口至出口處之間，流經每個長約  $0.03 \text{ m}$  的鉛焊接口，總計允許最多數目為多少個接口？才不致該管線內自來水中溶解鉛的濃度超過限值，已知鉛離子在水中之擴散係數為  $8 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ ，水之黏度為  $1 \text{ cP}$ ，及密度為  $998 \text{ kg/m}^3$ 。(a, b配分各10分，共計20分)

(A) 管中層流流動之對流質量傳送係數關聯式

$$Sh = \frac{k_c D}{D_{AB}} = 1.86 \left( Re Sc \frac{D}{L} \right)^{1/3}; \quad Re < 2000$$

(B) 管中紊流流動之對流質量傳送係數關聯式

$$Sh = \frac{k_c D}{D_{AB}} = 0.023 Re^{0.83} Sc^{1/3}; \quad Re > 2000$$

注意：背面尚有試題

5. 單選題 (每小題3分, 請依序作答, 共計18分)

- (1). 運動黏度(kinematic viscosity),  $\nu = \mu / \rho$  的因次何者正確?  
(A)  $[L] [t]^{-1}$  (B)  $[L]^2 [t]^{-1}$  (C)  $[L] [t]^{-1} [M]^{-1}$  (D)  $[M] [L]^{-3}$
- (2). 依照柏努利定律, 其中壓力項可用壓力揚程(pressure head)來表示, 則相當於10.13 kPa之水壓應為多少揚程(m)? (A)1.033 (B)1033 (C)10.0 (D)10.33
- (3). 單效蒸發罐之蒸發蒸氣, 若要強制循環操作再利用, 通常在何種壓力下較能提升蒸氣經濟效益? (A) 再經由機械減壓 (B) 再經由真空過熱 (C) 再經由機械壓縮 (D) 再經由熱交換器預熱。
- (4). 有一金屬板隔開室溫下之空氣與水蒸汽, 若在金屬板上加裝鰭片(fins), 可以增加熱傳效率, 問相同大小、形狀、數目與間隔之鰭片設計, 應加裝於金屬板之那一側, 熱傳效率較高?  
(A) 視溫差而定 (B) 水蒸汽側 (C) 相差不大 (D) 空氣側。
- (5). 有一逆流式熱交換器, 油從 150°F 冷卻至 75°F, 水作為冷媒, 其流量為 0.6 kg/s, 進口溫度為 68°F, 假設已知油與水之比熱分別為 1880 與 4177 J/kg·K, 油流量為 0.4 kg/s, 則冷卻水之出口溫度為何?  
(A) 75°F (B) 85°F (C) 89.5°F (D) 108.6°F。
- (6). 以乙醚萃取比目魚肝中之油, 若粒狀魚肝中含油量為 25%, 萃取率至少 96%, 則每 1000 kg 魚肝用掉 400 kg 乙醚, 求萃取液中之最小含油量為  
(A) 60% (B) 65% (C) 73% (D) 84%