

國立臺北科技大學九十八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. (a) 某液體之薄層以層流沿垂直板壁向下 z 方向流動時之速度分佈為

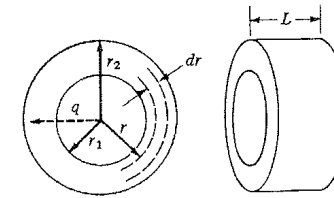
$$v_z = \frac{\rho g \delta^2}{2\mu} \left[1 - \left(\frac{x}{\delta} \right)^2 \right]$$

式中 δ 為液膜之厚度， x 為由氣液自由表面算起，朝向平板之距離， v_z 為距離自由表面 x 處之速度，試以薄殼之質量、動量均衡推導證明垂直向下流動之速度分佈函數 $v_z(x)$ ，並求出流量與黏度之數學關係式？(b) 沿著一垂直板壁流下而形成厚度為 0.32 cm 之油液薄膜，垂直板壁每單位寬度之流量負荷 $\Gamma = \dot{m}/b = 0.154 \text{ kg/s}\cdot\text{m}$ ，已知該油液之密度為 850 kg/m^3 ，試求出黏度 μ ，平均流速 v_{average} ，以及 Re ？
(a 配分 15 分，b 配分 10 分，共計 25 分)

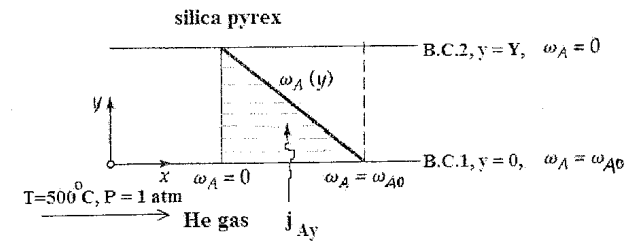
2. 試設計一個單效蒸發器，將固體質量濃度 20% 之有機膠體溶液濃縮至 65%，進料溫度為 74.5°F ，比熱為 $0.93 \text{ Btu/lb}\cdot^\circ\text{F}$ ，假設溶液之沸點上升極微而可忽略，亦不需考慮稀釋熱及輻射熱損失，熱交換器所使用之飽和水蒸氣絕對壓力為 10.3 psia ，其飽和溫度 $T_s = 194.3^\circ\text{F}$ ，完全冷凝之潛熱 $\lambda_s = 982.2 \text{ Btu/lb}$ ；而蒸發室之飽和水蒸氣壓力維持在 1.93 psia ，其飽和溫度 $T_s = 124.5^\circ\text{F}$ ，潛熱 $\lambda_s = 1023 \text{ Btu/lb}$ 。(a) 試計算此蒸發器每小時蒸發之水份為 2000 lb/h 時，有機膠體溶液進料流量？(b) 濃縮母液出料流量及 (c) 加熱蒸汽消耗流量各為多少 lb/h ？(d) 熱交換器之總括熱傳係數 $U_o = 500 \text{ Btu/ft}^2\cdot\text{h}\cdot^\circ\text{F}$ 時，所需傳熱面積 $A_o = ?$ (a, b, c, d 配分各 5 分，共計 20 分)

3. 如下圖所示外半徑 $r_1 = 2.0 \text{ cm}$ 固定之蒸汽管長度為 $L = 2.0 \text{ m}$ ，其熱傳導度很高，其外表 r_1 處的溫度 T_1 為 500 K ，若在管外包紮一層絕熱材料，其外表的溫度為 T_2 ，而絕熱層外側空氣之溫度為 $T_o = 298 \text{ K}$ ，對流熱傳係數為 $h_o = 25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，已知絕熱層之熱傳導度為 $k = 0.62 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，(a) 試推導蒸汽管穩態傳熱速率 q 與絕熱層外半徑

r_2 的函數關係式。(b) 絕熱層最大傳熱速率時之臨界外半徑及熱損失各為多少？
(a, b 配分各 10 分，共計 20 分)



4. (a) 如下圖所示的 Pyrex 玻璃-氦之穩態擴散系統，在溫度 773 K 下，試計算氦分子的質量通量 j_{Ay} ？在玻璃膜下方 $y = 0$ 處，通入純氦氣的壓力為一大氣壓 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，在玻璃膜頂方 $y = Y$ 處，氦的分壓為零，該玻璃膜之厚度為 0.03 mm ，密度為 2.27 g/cm^3 ，已知氦分子在玻璃的溶解度為每單位體積玻璃中溶解 0.0084 體積純氦氣，擴散係數 $D_{\text{He-glass}} = 0.2 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{s}$ ，理想氣體常數 $R = 8.314 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{g mole}\cdot\text{K})$ ，氦分子量 4.0 g/mole ，玻璃分子量 60.0 g/mole ；(b) 試估計在膜底部 $y = 0$ 處，玻璃-氦系統之質量平均速度 $v_{y,0}$ 及氦氣速度 $v_{A,0}$ 各為每秒鐘多少微米厚？(a, b 各 10 分，共計 20 分)



5. 單選題 (每小題 3 分，請依序作答，共計 15 分)

- (1). 在粒子填充床中，當粉粒達最小流體化速度時，粉粒體所受的三個力：重力(F_g)、浮力(F_b)及拖曳力(F_d)三者的關係為何？
(A) $F_d = F_g + F_b$ (B) $F_d = F_g$ (C) $F_d = F_g - F_b$ (D) $F_d = F_b$

注意：背面尚有試題

ch-1

- (2). 某牛頓流體在室溫時流經一水平細管，管長 $L \gg$ 內徑 D ，實驗使用固定壓力降 $P_0 - P_L$ 時，其流量與管內徑的幾次方成正比？
(A) 一次方 (B) 二次方 (C) 三次方 (D) 四次方
- (3). 在氣體吸收填充塔中，若填料堆積太緊密時會發生下列何種狀況？
(A) 溫度上升 (B) 壓降增加 (C) 渠流 (D) 泛溢流
- (4). 將 20 mole/h 苯與甲苯之混合溶液，其組成含苯的莫耳分率 60%，以泵輸送至平衡蒸餾塔內，加熱達某溫度時與其蒸氣平衡，此時塔頂氣相中含苯的莫耳分率 95%，塔底液相中含苯的莫耳分率 5%，則塔底液相中苯與甲苯的總流量是多少 mole/h？
(A) 7.8 (B) 9.5 (C) 12.2 (D) 18.9
- (5). 一雙套管熱交換器用以加熱醱酵液，以泵輸送 20°C 醱酵液進入熱交換器中，在加壓下熱至 54°C，用以加熱此醱酵液的熱油 100°C 以進入而於 42°C 離開，醱酵液與熱油之間以金屬表面隔開，故兩者逆向對流，已知總傳熱率為 240 kW，總包熱傳係數為 3.5 kW/m²·K，假設沒有熱量損失，需總熱傳面積多少 m²？
(A) 0.5 (B) 2.1 (C) 6.4 (D) 13.7