

系所別：化學工程與材料工程系碩士班

組別：甲組

考科代碼：2011

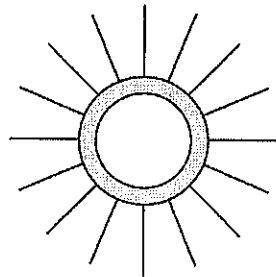
考科：單元操作與輸送現象

注意事項：

1、筆試可使用電子計算器之科目，由本校提供，考生不得使用自備計算器，違者該科不予計分。

2、請於答案卷上規定之範圍作答，違者該題不予計分。

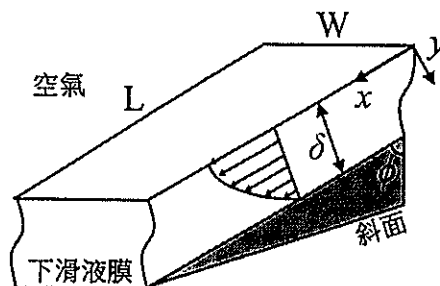
1. 若一根外徑為 2 英吋的不鏽鋼管在其外表面上均勻分佈了 16 個縱向鰭片，這些鰭片厚度為 1/16 英吋，並向外表面延伸 1 英吋(如下圖所示)。若此裝有鰭片不鏽鋼管之管壁溫度為 250°F，周圍空氣溫度為 80°F，熱對流係數為 8 Btu/h·ft<sup>2</sup>·°F，鰭片效率( $\eta_f$ )為 60%，試問此鋼管每單位英尺的熱傳速率為若干 Btu/h？(提示：1 英尺(ft) = 12 英吋(inch)) (15%)



2. 密度為  $\rho$ 、黏度為  $\mu$ 、不可壓縮之牛頓流體持續流經傾斜之斜面，此斜面的長度為  $L$ ，寬度為  $W$ ，與鉛直線之夾角為  $\phi$ ，如下圖所示。若此流體的流動達到穩定、完全發展的狀態時，流體的液膜厚度為  $\delta$ 。試回答以下問題：

(a) 請推導出此液膜中的速度分布為何？(13%)

(b) 試證明此流體之質量流率可表示為  $\frac{\rho^2 g W \delta^3 \cos \phi}{3\mu}$ ，其中  $g$  為重力加速度。(7%)



3. (a) 考慮物質 A 與物質 B，請說明何謂 A、B 之共沸點？(3%)

(b) 在共沸點時，A、B 的相對揮發度  $\alpha_{AB}$  為多少？(3%)

(c) 已知用一般的蒸餾方法純化酒精-水雙成分系統，因酒精濃度達 95% 時會產生共沸點而無法進一步提高濃度。有什麼方法可以克服此限制？(3%)；請簡述此方法。(6%)

4. 若以逆流式 1-1 單程殼管式熱交換器(1-1 shell-and-tube heat exchanger)進行熱油與冷卻水的熱交換，其中熱油進入熱交換器的溫度為 120°C、質量流率為 540 kg/h，冷卻水的質量流率為 360 kg/h、進入與流出熱交換器的溫度分別為 20°C 與 60°C。已知熱交換器的總括熱傳係數(overall heat transfer coefficient,  $U$ )為 200 W/m<sup>2</sup>·K，熱油的比熱為 2450 J/kg·K，水的比熱為 4180 J/kg·K。(提示：ln(1.05) = 0.0488; ln(1.1) = 0.0953; ln(1.15) = 0.1398; ln(1.2) = 0.1823。)
- (a) 試求熱油出口端的溫度(°C)? (5%)
- (b) 此熱交換器所需的熱傳面積為若干 m<sup>2</sup>? (10%)

5. 根據邊界層理論，在長度為  $L$  的平板上的流體若為層流(laminar flow,  $Re_L < 5 \times 10^5$ )，則平均 Sherwood number 可由以下方程式表示：

$$Sh_L = 0.664 Re_L^{1/2} Sc^{1/3}$$

在某製程中，methyl ethyl ketone (MEK)被用於溶解塗佈在平板上之聚合物，其中聚合物在 MEK 的擴散係數  $D_{AB}$  為  $6 \times 10^{-6}$  cm<sup>2</sup>/s，MEK 的動態黏度為  $6.0 \times 10^{-3}$  cm<sup>2</sup>/s，MEK 的密度為 0.80 g/cm<sup>3</sup>。若 MEK 以 10 cm/s 的速度流經長度為 100 cm、表層有聚合物塗佈的平板，試估計此狀態下之平均質傳係數  $\bar{k}_c$  為若干 cm/sec。(20%)

6. 有一結晶槽在 50°C 時裝有 1000 kg 的碳酸氫鈉(NaHCO<sub>3</sub>)飽和水溶液，若欲自此溶液中結晶出 25 kg 的 NaHCO<sub>3</sub>，估計此溶液必須冷卻至若干°C? 請參考下表之碳酸氫鈉溶解度隨溫度之變化進行作答。(15%)

溫度(°C)	溶解度 (g NaHCO <sub>3</sub> /100 g H <sub>2</sub> O)
50	14.4
40	12.7
30	11.1
20	9.6