

類 科：化學工程

科 目：輸送現象與單元操作

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

一、問答題：(每小題 8 分，共 16 分)

(一)試詳述質量傳送中的薄膜質傳理論 (film theory) 與滲透理論 (penetration theory)。

(二)試詳述蒸發器容量 (evaporator capacity) 與蒸發器經濟性 (evaporator economy) 的意義及其分別提升的方法。

二、利用一離心泵 (centrifugal pump) 以 $3 \text{ ft}^3/\text{min}$ 流率，從一開口的儲槽輸送 180°F 的水(水蒸氣壓為 7.51 psi ，黏度 $2.25 \times 10^{-4} \text{ lb/ft-s}$ ，密度 60.6 lb/ft^3)。水槽出口位於泵的上方 5 ft 處。泵吸入管線為內直徑 4 in 的不鏽鋼管，長度為 8 ft 。若摩擦因子可依 $f = 0.0791 \text{Re}^{-0.25}$ 計算，當水槽中水位維持在其出口上方 2 ft 時，試計算此泵系統有效的淨正吸水頭 (available NPSH)。註： $1 \text{ psi} = 2.768 \text{ in 水柱}$ 。(20 分)

三、利用逆流式套管熱交換器 (countercurrent double-pipe heat exchanger)，以 220°F 凝結水蒸汽 (condensing steam) 將空氣自 80°F 加熱至 180°F 。假設主要熱傳阻力控制在空氣熱對流部分。已知空氣熱對流的熱傳係數 (h) 經驗式為 $Nu = 0.023 \text{Re}^{0.8} \text{Pr}^{0.4}$ ，式中 Nu 為納瑟數 (Nusselt number)、 Re 為雷諾數 (Reynolds number)、 Pr 為普蘭多數 (Prandtl number)。若改用 250°F 凝結水蒸汽加熱空氣自 80°F 加熱至 180°F ，試問所能加熱空氣的質量流率為原加熱空氣質量流率的多少倍？(20 分)

四、有一層板塔 (plate column) 用於連續蒸餾含 A (較易揮發組分) 和 B 的二元液體混合物。A 和 B 在整個組成範圍內形成理想溶液 (ideal solution)。相對揮發率 (relative volatility) α 是常數，且等於 2.0 。設計條件如下：進料條件為飽和液體；進料組成， $x_F = 50 \text{ mol\%A}$ ；進料速率 (feed rate) 為 100 lb mol/h ；餾出物組成 $x_D = 90 \text{ mol\%A}$ ；底部組成 $x_B = 10 \text{ mol\%A}$ 。

(每小題 10 分，共 20 分)

(一)試以解析法計算最少理論塔板的數量。

(二)試以解析法計算最小回流比 (L/D)。

五、二氧化碳(A)可被氫氧化鈉水溶液(B)吸收，並進行一階不可逆反應， $A + B \rightarrow AB$ ，其單位體積反應速率為 $R_A = -k_1 C_A$ 。由於反應生成物濃度很低，可假設為擬二元(pseudobinary)系統。已知二氧化碳在水溶液界面的平衡濃度為 C_{A0} ，由於溶解度低，在溶解液膜(δ)外，二氧化碳的濃度為 $C_{A\delta}$ 。若氣液接觸面積為 S ，試計算二氧化碳在氫氧化鈉水溶液中的吸收速率。(24分)