

等 別：高等考試  
類 科：化學工程技師  
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。

- 一、請繪出分餾塔 (fractionating tower) 的示意圖。在圖中指出：進料 (feed)、塔底產品 (bottom product)、塔頂產品 (overhead product)、增濃段 (enriching section)、汽提段 (stripping section)、回流 (recycle)、冷凝器 (condenser) 及再沸器 (reboiler)。(17 分)
- 二、有一個很大的平板，在  $x$  方向的厚度為  $2L$ ，在  $y$  及  $z$  的方向都是無窮大。平板的溫度為  $T$ ，它只是  $x$  方向的函數。在平板的兩端  $x=L$  處及  $x=-L$  處 ( $x=0$  在板的中央) 溫度都維持在  $T_w$ 。平板會產生熱量，單位時間、單位體積所發出的熱量為  $R$ 。請由殼的能量均衡 (shell energy balance) 開始，導出穩態 (steady state) 下溫度  $T$  與地點  $x$  的關係式。(25 分)
- 三、空氣和二氧化碳的混合氣 (氣體莫耳流率  $V_2=100$  kg mol/h，二氧化碳莫耳分率  $y_{A2}=0.20$ ) 和純水 (液體莫耳流率  $L_0=300$  kg mol/h，二氧化碳莫耳分率  $x_{A0}=0$ ) 流入一個混合器中混合 (溫度 = 293 K，壓力 = 1.0 atm)。氣體和液體完全混合且平衡後由混合器中分別離開。氣體莫耳流率為  $V_1$ ，二氧化碳莫耳分率為  $y_{A1}$ ；液體莫耳流率為  $L_1$ ，二氧化碳莫耳分率為  $x_{A1}$ 。293 K，1 atm 下的亨利定律 (Henry's law) 為  $y_{A1}=0.142 \times 10^4 x_{A1}$ 。請算出  $L_1$  與  $V_1$  的莫耳流率分別為多少 kg mol/h 及  $x_{A1}$  和  $y_{A1}$  的值分別為多少？假設水不會揮發進入氣相。(30 分)
- 四、在直徑 5 cm 濕壁塔 (wetted-wall column) 牆壁流下的是水，水會蒸發進入空氣中。請求出在雷諾數  $Re=10,000$ 、 $40^\circ\text{C}$  及 1 atm 下，水外面空氣薄膜的有效厚度 (effective thickness)  $\delta$  為多少 cm？  
參考資料：  
 $40^\circ\text{C}$ ，1 atm 下空氣密度  $\rho=1.129 \times 10^{-3}$  g/cm<sup>3</sup>，黏度  $\mu=0.0186$  cp；水在空氣中的擴散係數  $D_{AB}=0.288$  cm<sup>2</sup>/s； $Sh=0.023 Re^{0.81} Sc^{0.44}$ ；在薄膜理論下  $kc=D_{AB}/\delta$ ，其中  $kc$  為質傳係數； $D_{AB}$  為擴散係數； $\delta$  為空氣薄膜有效厚度。 $Sh=kc D/D_{AB}$ ，其中  $D$  為濕壁塔直徑。(28 分)