

等 別：三等考試  
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、請回答下列問題：

(一)在動量傳送與熱傳中，與分子擴散係數 (molecular diffusivity) 相對應之物理量為何？(4 分)

(二)試問在求解一純氣體非恆溫流動系統之問題中，需使用到之統制方程式 (governing equations) 及關係式有那些？(6 分)

二、一熱球懸浮於巨大靜止之流體中，熱球之表面溫度固定為  $T_R$ ，流體之溫度為  $T_\infty$ ，熱球之半徑及直徑分別為  $R$  及  $D$ ，熱球及流體之熱傳導係數 (thermal conductivity) 分別為  $k_s$  及  $k_f$ 。在無任何對流之情況下，請求得熱傳係數 (heat transfer coefficient) 之關係式。(20 分)

三、空氣流經一蒸汽加熱之管式熱交換器，相較於管內空氣側熱傳阻力，蒸汽側及管壁之熱傳阻力可忽略。對於管內之流動， $Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{1/3}$ ，其中  $Nu$  為納塞數 (Nusselt number)， $Re$  為雷諾數 (Reynolds number)， $Pr$  為普朗特數 (Prandtl number)。對於下列之各種情況，求出其  $q / \overline{\Delta T_L}$  之變化比率。其中  $q$  為熱通量 (heat flux)， $\overline{\Delta T_L}$  為對數平均溫度差 (logarithmic mean temperature difference, LMTD)。

(一)空氣之壓力加倍，但空氣質量流率 (mass flow rate) 不變。(5 分)

(二)空氣質量流率加倍。(5 分)

(三)空氣流經之管子數加倍，但空氣質量流率不變。(5 分)

(四)管子直徑減半，但空氣質量流率不變。(5 分)

四、以一板式吸收塔 (plate absorption column) 將含 30 mole% 丙酮 (acetone) 之混合氣體中的丙酮藉由非揮發性吸收油去除 97%。混合氣體中其餘成分為空氣。進入板式吸收塔之油不含丙酮，油離開吸收塔時含 10 mole% 丙酮。平衡關係式為  $y_e = 1.9x_e$ 。請畫出吸收塔之操作線 (operating line)，並說明及顯示畫出操作線之中間計算過程，及求得理想階數 (number of ideal stages)。(25 分)

五、一直徑為 2 ft 之鋼管內水流平均流速為 15 ft/s。此鋼管之粗糙度 (roughness)  $\epsilon$  為 0.0003 ft。水之密度為  $1 \text{ g/cm}^3 (= 62.4 \text{ lb/ft}^3)$ ，黏度 (viscosity) 為 1 cp。入口及出口處之摩擦損失可忽略。如在鋼管內置入一光滑塑膠襯墊 (smooth plastic liner) 使得內徑變為 1.9 ft，請問如壓力降維持不變，此時流量為原來流量之幾倍？ (25 分)

單位換算：1 ft = 12 in.，1 in. = 2.54 cm，1 lb = 0.45359 kg，1 poise = 0.0672 lb/ft · s。

