

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。

- 一、有一密度為  $\rho$ 、黏度為  $\mu$  之牛頓流體 (Newtonian fluid)，因重力沿著垂直平板之表面以層流緩慢流下，假設流體為不可壓縮，且在穩定流動時形成的液膜厚度為  $\delta$ 。  
(每小題 10 分，共 20 分)  
(一)試推導液膜中之速度分布  $v_z(x)$ 。  
(二)液膜中之最大速度與平均速度各為何？
- 二、牛頓流體流經一水平的圓管，影響對流熱傳係數  $h$  的因素有流速  $u$ 、管徑  $D$ 、流體的密度  $\rho$ 、黏度  $\mu$ 、比熱  $C_p$  與熱傳導係數  $k$ ，試以白金漢  $\pi$  定理 (Buckingham's  $\pi$  theorem) 推導決定該熱傳系統之無因次群。(20 分)
- 三、有一組合壁自室內至室外由 A、B、C 三層材料所構成，其厚度分別為  $L_A = 2$  cm、 $L_B = 10$  cm、 $L_C = 3$  cm，熱傳導係數  $k_A$ 、 $k_B$  及  $k_C$  分別為 0.12、0.03 及 0.14 W/m·K，各層之表面積皆為 300 m<sup>2</sup>。在夏天室內外之溫度分別為  $T_i = 20^\circ\text{C}$  與  $T_o = 35^\circ\text{C}$ ，室內外之對流熱傳係數分別為  $h_i = 25$  W/m<sup>2</sup>·K 及  $h_o = 50$  W/m<sup>2</sup>·K。  
(一)列出總熱傳阻力之表示式。(5 分)  
(二)計算穿透組合壁之總熱傳速率。(10 分)  
(三)主要由那一個熱傳阻力決定熱傳速率？(5 分)
- 四、有一填充床 (packed bed) 由直徑  $D = 1$  cm、長度  $h = D$  的圓柱形粒子堆積而成，整個填充床的整體密度 (bulk density) 為 900 kg/m<sup>3</sup>，而固體密度為 1700 kg/m<sup>3</sup>。將密度與黏度分別為 1000 kg/m<sup>3</sup> 與  $1 \times 10^{-3}$  kg/m·s 的水以表面速度 (superficial velocity) 0.2 m/s 流過該填充床，試計算：(每小題 5 分，共 20 分)  
(一)填充床的空隙分率 (porosity)。  
(二)粒子的比表面積 (單位體積具有的表面積)。  
(三)填充床內流體通道的相當直徑 (equivalent diameter)。  
(四)流體在通道內流動之雷諾數 (Reynolds number)。
- 五、20°C 的自來水被送入 1 大氣壓下操作的蒸發罐以生產蒸餾水，加熱源可以使用 120°C 的飽和蒸汽。該蒸發罐的熱傳總面積為 100 m<sup>2</sup>，總熱傳係數為 2300 W/m<sup>2</sup>·K。若原自來水中含有 200 ppm 的可溶性固體，出料的液相中含有 800 ppm 的可溶性固體，則每小時可生產多少 kg 的蒸餾水？(已知水在 100°C 與 120°C 下的蒸發潛熱分別為 2257.1 kJ/kg 與 2202.6 kJ/kg，液態水的比熱為 4.2 kJ/kg·K)。(20 分)