

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 ρ 、黏度為 μ 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 δ 。
(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 ρ 、黏度 μ 、比熱 C_p 與熱傳導係數 k ，試以白金漢 π 定理 (Buckingham's π 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 $L_A = 2 \text{ cm}$ 、 $L_B = 10 \text{ cm}$ 、 $L_C = 3 \text{ cm}$ ，熱傳導係數 k_A 、 k_B 及 k_C 分別為 0.12 、 0.03 及 $0.14 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ，各層之表面積皆為 300 m^2 。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 $h_i = 25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 及 $h_o = 50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 。
(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 $D = 1 \text{ cm}$ 、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^3 ，而固體密度為 1700 kg/m^3 。將密度與黏度分別為 1000 kg/m^3 與 $1 \times 10^{-3} \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ 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^2 ，總熱傳係數為 $2300 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 。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 $4.2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$)。(20 分)