

所別： 化學工程研究所 組別： _____ 科目： 單元操作與輸送現象

注意： ☐ 不准 ☐ 一般計算器 ☒ 工程用計算器，考試時間總計：100 分鐘。試題共 2 頁，第 1 頁

一、問答題：40%，每題 5 分

- 1.(1)請比較牛頓流體(Newtonian fluid)與非牛頓流體(Non-Newtonian fluid)的差異。(2)流體經圓管時，請說明入口長度(entry length)與全展開流動(fully developed flow)的關係。
- 2.流體的流動過程中，請比較(1)穩態流動(steady flow)與層流(laminar flow)的關係，(2)非穩態流動(unsteady flow)與紊流(turbulent flow)的關係。
- 3.(1)請比較流體在填充床(packed bed)、沸騰床(boiling bed)與連續式流體化床(fluidized bed)中流動時，三者間的空隙度與流體速度的大小關係。(2)在攪拌過程中，避免產生漩渦的方法有那些？
- 4.(1)請寫出動量傳送(momentum transfer)、熱傳送(heat transfer)與質量傳送(mass transfer)之驅動力(driving force)為何？(2)請寫出代表此三種輸送現象的主要定律與無因次群各為何？
- 5.(1)請比較速度邊界層、熱邊界層與濃度邊界層所產生的原因。(2)判斷這三種邊界層是否重合所使用之無因次群為何？
- 6.(1)何謂動量、能量與質量輸送類比(analogy)？(2)請寫出 Reynolds 類比與 Chilton-Colburn 類比之數學表示式。
- 7.(1)質量傳送的二個基本模式是分子擴散(molecular diffusion)與對流質量擴散(convective mass transfer)，請比較兩者的差異。(2)影響擴散係數(diffusivity)大小的因素有那些？
- 8.(1)請比較吸收(adsorption)與氣提(stripping)兩者的差異。(2)進行萃取(extraction)時，溶劑的選擇應該注意那些？

二、計算題：60%，每題 15 分

- 1.平均比熱為 2.50 kJ/kg-K 的重油，以 3500 kg/h 的流速流入熱交換器的內管，溫度由 350 K 被冷卻到 340 K，冷卻水(平均比熱為 4.187 kJ/kg-K)以 1500 kg/h 的流率與 280 K 的溫度流入管外。(a)逆流時，已知總熱傳係數(U_i ，overall heat transfer coefficient)為 340 W/m²-K，試求水的出口溫度及傳熱面積，(b)順流時，水的出口溫度及傳熱面積。

所別： 化學工程研究所 組別： _____ 科目： 單元操作與輸送現象

注意： ☐ 不准 ☐ 一般計算器 ☒ 工程用計算器，考試時間總計：100 分鐘。試題共 2 頁，第 2 頁

2. 冷凍儲藏室之建材，內層為 15 mm 的松木，中層為 120 mm 的軟木板，外層為 75 mm 的水泥，冷藏室內壁之溫度為 250 K，水泥牆外表之溫度為 300 K。已知熱傳導度，松木：0.151、軟木板：0.0433、水泥：0.762 W/m-K。試求每平方公尺的熱損失(W)，及木材與軟木板交界面的溫度。
3. 一大氣壓、45 °C 的空氣以 0.305 m/s 的流速流經直徑為 25.4 mm 的蔡球，已知 45 °C 時固體蔡的蒸氣壓為 0.555 mm-Hg，蔡在空氣中的 $D_{AB} = 6.92 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ，試計算空氣之質傳傳送係數及蔡球之質傳通量。已知，空氣的黏度： $1.93 \times 10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ；空氣的密度： 1.113 kg/m^3 ，氣體之質傳方程式： $N_{Sh} = 2 + 0.552 (N_{Re})^{0.53} (N_{Sc})^{1/3}$ 。
4. 使用一種設備含有 80 mol% 甲醇及 20 mol% 水之混合物蒸餾。塔頂產物需含 95.0 mol % 甲醇，而塔底產物含 0.05 mol% 甲醇。進料為冷流體，且對每莫耳之進料，有 0.25 mol 之蒸汽在進料板上冷凝。在塔頂之回流比為 2.5，且回收係在其沸點。試計算(a)最小板數；(b)最小回流比；(c)理想板數；(d)進料板之位置。請利用直尺將圖直接畫在答案紙上，不另提供方格紙。

已知：甲醇-水之平衡數據

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| X | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 |
| y | 0.417 | 0.579 | 0.669 | 0.729 | 0.780 | 0.825 | 0.871 | 0.915 | 0.959 | 1.0 |