

114年特種考試地方政府公務人員及 離島地區公務人員考試試題

考試別：地方政府公務人員考試

等別：三等考試

類科：化學工程

科目：反應工程及單元操作

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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、在化學製程設計中，選擇適當的反應器型式是達成目標轉化率與操作穩定性的關鍵。請回答下列問題：

(一)請說明要設計一個液相不可逆反應時，在選擇使用管式反應器(PFR)或連續攪拌反應器(CSTR)時應考量的因素(至少列舉四項說明)。

(12分)

(二)對於一個一級液相不可逆反應 $A \rightarrow B$ ，其速率常數 $k=0.30 \text{ min}^{-1}$ ，進料濃度 $C_{A0}=1.0 \text{ mol/L}$ ，流量 $F=10 \text{ L/min}$ 。

(1)若反應器為 PFR，目標為轉化率 75%，求所需體積。(5分)

(2)若改為 CSTR，求所需體積。(5分)

(3)比較上述兩種反應器的體積，說明那一種設計較有利於該反應之進行與放大。(3分)

二、某一不可逆一階氣固反應，在恆溫下於球形多孔催化粒子中進行，催化粒子直徑為 2.0 mm ，反應速率常數 $k=0.06 \text{ s}^{-1}$ ，氣體之有效擴散係數為 $D_e = 6.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 。請回答下列問題：

(一)寫出在球形顆粒中的一階反應系統的 Thiele modulus 定義式並解釋其物理意義。(8分)

(二)計算此反應系統的 Thiele modulus，並根據所得之數值判斷反應主要受何種機制控制？(8分)

(三)推導氣體反應物在催化粒子中的分布。(9分)

三、黃銅小球半徑 $r = 1.0 \text{ cm}$ ，置於溫度為 120°C 的水浴中，均勻加熱後，取出置於溫度為 25°C 的空氣中冷卻，其附近之對流係數 $h = 50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 。黃銅的物理性質為：熱傳導係數 $k = 109 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ，密度 $\rho = 8500 \text{ kg/m}^3$ ， $C_p = 380 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ 。

(一)請計算黃銅小球在空氣中散熱時的 Biot Number。(6 分)

(二)請判斷是否可以使用集中容量法 (Lumped Capacitance Method)，用單一平均溫度代表整個物體的瞬時溫度變化。(7 分)

(三)估算黃銅小球中心溫度降至 50°C 所需時間。(12 分)

四、單級液液萃取單元中，預計以兩不互溶、等密度之溶劑 B 與 C 萃取溶質 A (如下圖)。其中，進料流量 $F = 100 \text{ kg/h}$ ，溶質 A 質量分率 $x_0 = 0.02$ (其餘為載體 C)。新鮮溶劑 $S = 50 \text{ kg/h}$ (純 B)，分配係數 $D = y/x = 20.0$ (以質量分率比值表示，稀溶液假設)。若可忽略溶質對總質量影響，請回答下列問題：

(一)由質量平衡及相平衡，建立進料情況 (F, x_0) 與萃餘相 (x_1) 之關聯。(10 分)

(二)萃餘相 (Raffinate) 中 A 的質量分率 x_1 。(5 分)

(三)轉移至溶劑相的 A 質量流率。(5 分)

(四)若希望 $x_1 \leq 0.001$ ，所需最小溶劑流率 S 需為多少？(5 分)

