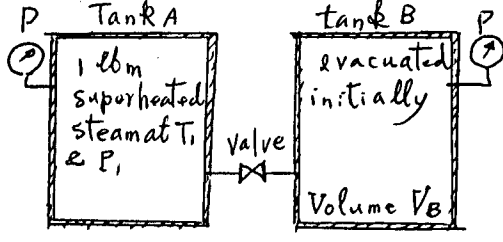


甲. 化工熱力學部分 (50%)

1. 如下圖所示, 槽 A 內裝 1 lbm superheated steam, 其溫度為 T_1 , 壓力為 P_1



槽 B 最初為真空。槽 A 和 B 間接着一枝容積甚小的管, 其上裝一個閥 (valve)。今打開閥, 蒸氣自槽 A 流至槽 B。俟槽 A 和槽 B 之壓力相等時, 再閉掉閥。請問二槽之最後狀態如何? 假設過程為絕熱 (adiabatic)。你手上有 steam table 和 steam charts (H-S 或 T-S) 等資料。

在解答此問題時, 首先必須適當的選擇系統 (systems), 依此寫出它們的熱力學第一及第二定律式和通常的其他關係式 (如質量平衡)。

- (a) 請你寫出解答上述問題所需之方程式 (它們多半是獨立型)
- (b) 由於所給之條件不夠, 請明白的寫出解答過程所用之 Trial-and-error 手續。

2. 已知一雙成分 (binary components) 液液達液、氣相平衡時, 液、氣二相內各成分的組成, x_i, y_i , 滿足

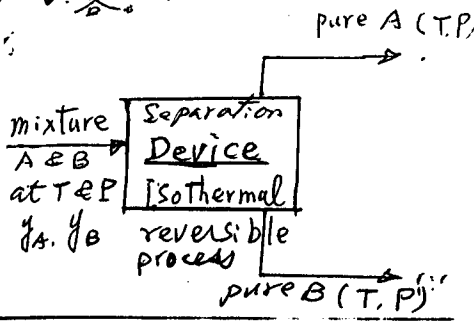
$$\hat{\phi}_i y_i P = \phi_i^{vap} \gamma_i x_i P_i^{vap} \quad i=1, 2 \quad (1)$$

式中 $\hat{\phi}_i$ 表示成分 i 在氣相之 fugacity coefficient; P 系統壓力; ϕ_i^{vap} 表示純成分 i 在系統溫度 T 及壓力 P 下其液相平衡之 fugacity coefficient; γ_i 表示成分 i 在液相之 Activity Coefficient; P_i^{vap} 表示成分 i 在 T 和 P 下之蒸氣壓力。假設氣相為理想氣體, 液相為 regular solution, 則液相各成分的活性係數為 $\gamma_i = A_i(1-x_i)^2$, A_i 為一常數。並已知液相在組成 $x_i = 0.8$ 為共沸點, 請簡化式 (1), 導出決定 A_i 之式子。

3-a. 請利用熱力學第一、第二定律式, 導出可逆等溫穩定狀態流動過程分離混合物為其純成分所需之功 (W) 等於被分離物質在過程最初及最後之 Gibbs Free Energy 改變 (ΔG)。即 $\Delta G = -W$

- (i) 假設混合物為雙成分 A 和 B 所組成, 其組成分別為 y_A 和 y_B
- (ii) 分離過程之位能 和 動能 之改變可省略。

3-b 若成分 A 和 B 在混合物之 fugacity 分別為 \hat{f}_A 和 \hat{f}_B ; 純成分 A 和 B 之 fugacity 為 f_A 和 f_B 。請以 $\hat{f}_A, \hat{f}_B, f_A, f_B, y_A$ 和 y_B 表示 (3-a) 之 ΔG 。 (10%)

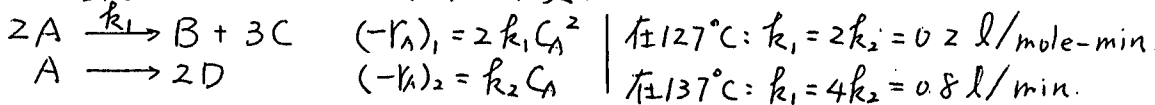


* $d[m(u + \frac{u^2}{2c} + \frac{q}{c})]_{y_i} = (h + \frac{u^2}{2c} + \frac{q}{c})_{y_i} dm_i - (h + \frac{u^2}{2c} + \frac{q}{c})_{y_i} dm_e + \delta Q - \delta W$

* 化工動力學部分詳看第二頁

化工動力學部分(共三大題)

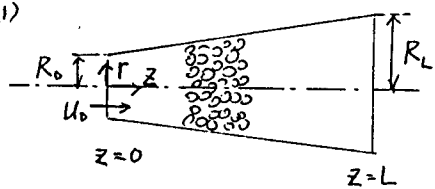
4. 下列液相並行反應(parallel reactions)中, B為想獲得之產品, 其分子量為70, A之分子量為C之五倍, 反應時體積不變。



- (1) 127°C下, 在某一時刻, B之反應速率為78.4 g/l-min. 求A之反應速率。
- (2) 以一個20l之連續流攪拌式反應器(CSTR)在127°C, $C_{A0} = 2 \text{ mole/l}$, 流率為10 l/min之情況下進行反應, 求A之總轉化率。(列出式子, 簡化之, 不必解出)。
- (3) 若以柱流反應器(Plug-flow reactor, PFR)在127°C下進行反應, 已知進出口之A濃度各為2和0.5 mole/l, 求B之總生成分率(Overall fractional yield) (列出式子簡化之不必解之)。
- (4) 以CSTR和PFR進行上列反應各有何優劣點? 何故?
- (5) 為了要得到較多之B應在較高或較低之溫度下進行? 何故?

5. (1) 就熱傳送, 比較CSTR和BR(批式反應器)。
- (2) 就自催化反應(Autocatalytic reaction)比較PFR和迴流式管狀反應器(Recycle reactor)。
- (3) 以一絕熱管狀反應器進行可逆氣相反應 $A \rightleftharpoons B$, A和B之比熱相同($C_{pA} = C_{pB}$), 進料為純A, 試導出反應器之能量平衡式, 導出溫度和轉化率之關係式。

6. (1)



左圖為一圓錐形之反應器, 內裝球形觸媒, 用以催化 $A \rightarrow B$ 之反應, 觸媒表面之薄膜擴散阻力(film diffusium resistance)可以忽略, 反應器之徑向濃度梯度可忽略, 軸向擴散係數不可忽略, 試寫

出整個反應器在恆溫穩定狀態下, A之質量平衡式, 並化簡為僅含 C_A 和 z 兩個變數之方程式。

- (2) $A \rightleftharpoons R + S$ 為以固體觸媒催化劑之反應, 反應時A先被一個活性座(S)吸附並分解為二(以B(S)表示之), 經表面反應生成R和S, R會被一個活性座吸附, 但不分解, 而S不被吸附, 表面反應為速率決定步驟(Rate-determining step)。(1) 寫出反應步驟, (2) 寫出活性座平衡式 (3) 以 P_A, P_R, P_S 和 θ_v (fraction of vacant sites) 或 C_v (concentration of vacant sites) 表示反應速率。

分數分配:

4. (1)(2)(3) 每題6分, (4)(5) 每題4分共26分
5. 每題4分, 共12分
6. 每題6分共12分