

甲. 化工熱力學部分 (50%)

一. 1 lbm 甲烷經歷下述液化過程:

步驟 I: 甲烷自 198 psia, -20°F 經可逆絕熱多段壓縮至 1000 psia

步驟 II: 繼經冷凝器冷却至 -100°F

步驟 III: 最後經 Throttling valve 降低壓力至 198 psia.

請計算 (a) 步驟 I 所需的壓縮功及甲烷在壓縮機出口的温度.

(b) 步驟 II 冷却所移去的熱

(c) 步驟 III 有多少磅的液態甲烷生成 (18%)

(請利用附圖 1 做答本題目)

二. 附圖 2 是乙烷(ethane)/庚烷(heptane) 溶液之壓力(P) - 温度(T) 平衡曲線

(a). 一般純物質的臨界點(critical point) 為液相和蒸氣相共存之最高温度及最高壓力. 請問乙烷/庚烷溶液滿足此規則嗎? 為什麼?

(b) 含 58.7 mole% 乙烷之乙烷/庚烷溶液在 (i) 311°F , 1100 psia (ii) 400°F , 1000 psia 之相態.

(c) 請說明上述溶液自 1000 psia, 400°F 恒溫減壓至 600 psia 之相態變化. (10%)

三. 附圖 3 是氯仿(chloroform; 1) / 四氫呋喃(tetrahydrofuran; 2) 溶液在 1 atm 之温度(t) - 液相組成(x) - 蒸氣相組成(y) 平衡曲線. (a) 請指出圖中曲線的沸騰點線(bubble-point line) 和露點線(dew-point line). (b) 25 mol% 氯仿之溶液的沸點温度及其蒸氣相氯仿組成. (c) 氯仿及四氫呋喃在共沸點(Azeotrope) 温度之蒸氣壓分別為 1.28 bar, 及 1.45 bar. 若此溶液之蒸氣相為理想氣體, 請利用 $\phi_i y_i P = \gamma_i x_i P_i^{vap}$ ($i=1, 2$) 求出氯仿和四氫呋喃在共沸點溶液之活性係數(activity coefficient). (12%)

(1 bar = 0.987 atm)

四. 在一個 piston-cylinder 裝置內盛有 1 mole 理想氣體. 其狀態為 27°C , 4 bar. 該理想氣體在外壓 1 bar 之抗力下恒溫膨脹至原體積之四倍. 請問該理想氣體與外界(surroundings) 之總熵變化(entropy change). 氣體常數 $R = 83.14 \text{ (cm}^3\text{)(bar)/(mol)(}^{\circ}\text{K)}$. 定壓熱容(constant pressure heat capacity) $C_p = 29 \text{ (J)(mol}^{-1}\text{)(}^{\circ}\text{C}^{-1}\text{)}$ (10%)

(題目將用本張複印製版請以黑色正楷書寫或打字並請勿超出此線)

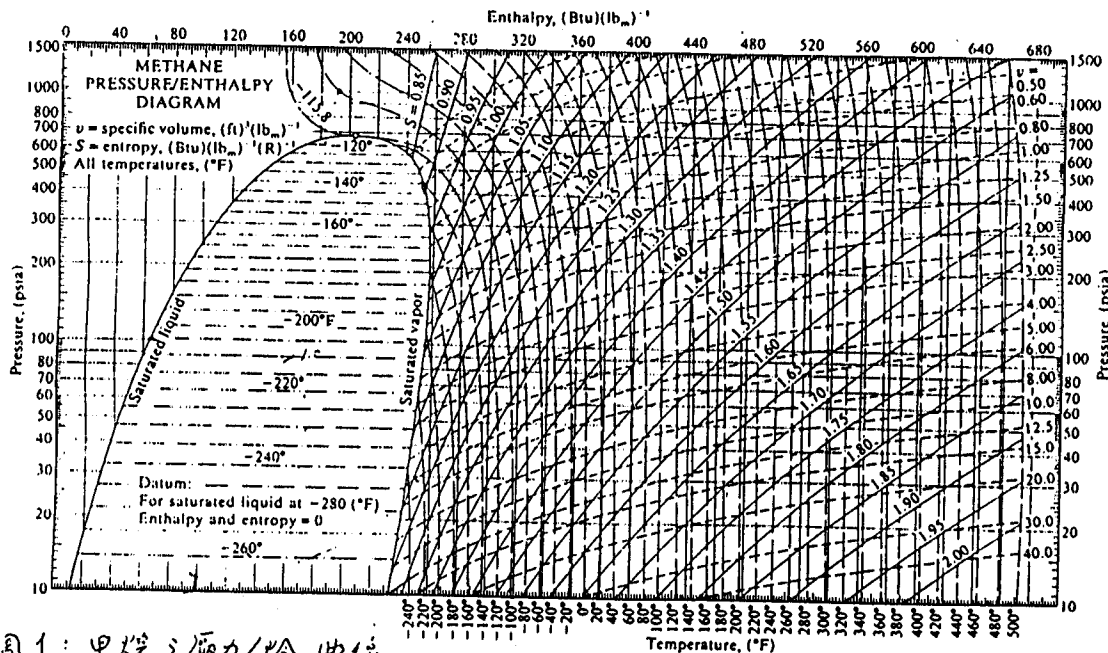


圖 1: 甲烷之壓力/焓曲線
Fig. 1: Pressure/enthalpy diagram for methane.

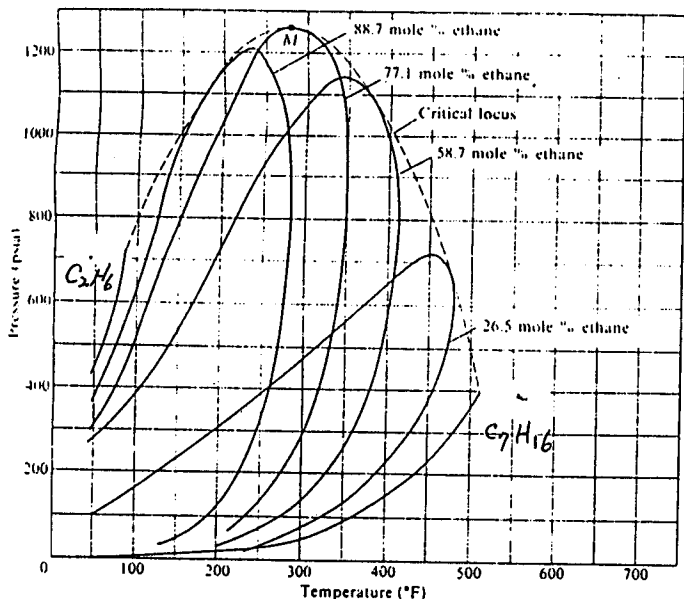


Fig. 2 Pressure/temperature diagram for the ethane/heptane system.

圖 2 乙烷/庚烷系 壓力/溫度平衡曲線

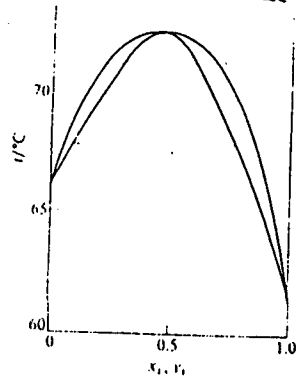


圖 3 氯仿/四氫呋喃在 1 atm 之溫度/液-蒸相組成平衡曲線

Fig. 3 Pxy diagrams at constant temperature. chloroform (1)/tetrahydrofuran (2)

21. 化工動力學部份 (共三題, 50%)

五. 簡答下列問題:

- (1) 在何種情況下需選用半批式(semibatch)反應器? 請舉出三種情況.
- (2) 試任舉三種觸媒活性衰減(deactivation)之現象及成因.(6分) (6分)
- (3) 工業上在何種情況下宜採用串聯式連續流攪拌式反應器(CSTR)? 何種情況下宜採用管狀反應器?(4分)
- (4) Slurry reactor 及 trickle-bed reactor 兩者與 fixed-bed reactor 及 fluidized bed reactor 比較, 前者二種反應器有何重要之優點?(4分)

六 (1) A_2 被觸媒吸附時被發生分解型吸附(dissociative adsorption) 即 $A_2 + 2S \rightleftharpoons 2A \cdot S$, 若 I 亦會被吸附: $I + S \rightleftharpoons I \cdot S$, 請導出平衡吸附時 P_{A_2} 與 C_{A_2} 之關係式 (C_{A_2} 為觸媒內被吸附 A 之濃度 S 表示活性座) (6分)

(2) 請繪出批式反應器用以加熱或去熱之設備(畫三種).(4分)

七. 已知 $2A \rightarrow B + C$ $(-r_A)_1 = k_1 C_A^2$; $A \rightarrow D$ $(-r_A)_2 = k_2 C_A$;

於 227°C 時, $k_1 = 0.4 \text{ l/mole-hr}$. $k_2 = 0.5 \text{ hr}^{-1}$,

237°C 時, $k_1 = 0.6 \text{ l/mole-hr}$. $k_2 = 0.9 \text{ hr}^{-1}$,

- (1) 若 D 之分子量為 C 之二倍, 在 227°C 某一刻測得 B 之反應速率為 9.6 g/l-hr . 試求同一時刻 A 之反應速率.(4分)
- (2) 若以一個 50 l 之 CSTR, $C_{A0} = 3.2 \text{ mole/l}$, 流率為 25 l/hr . 進行反應, 試求 A 之轉化率. (反應溫度為 227°C). (4分)
- (3) 續上題, 此時 B 之生成分率 (fractional yield) 為多少? (3分)
- (4) 若 B 為擬生產之主產物. 試問該採用批式反應器或 CSTR? (何故? (3分)
- (5) 續上題, 試問該在較低或較高的溫度下反應? (何故? (6分)

117