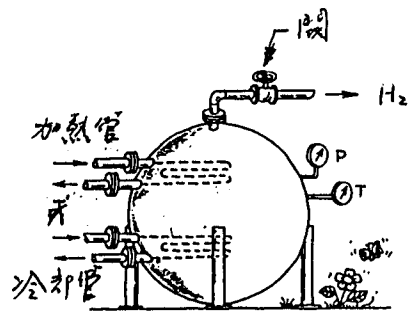


甲. 化工熱力學部分 (50%)

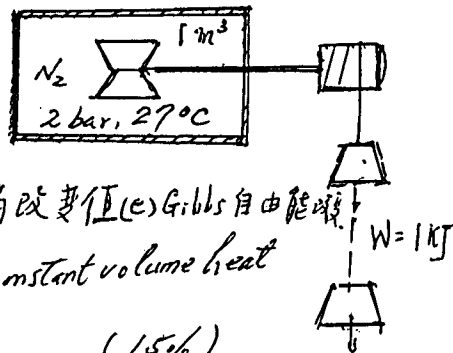
(一) 如右圖裝置, 球槽內裝有 10 bar, 300°K 氫氣 1 莫耳 (mole). 打開出口管上的閘, 讓氫氣流出去。今欲使氫氣流出過程中維持槽內氣體於初始溫度, 需自圖上加熱管供給熱。請問槽內氣體流出 0.5 莫耳時, 所需提供的熱量。假設氫氣為理想氣體, 其定壓熱容量 $C_p = (\frac{7}{2})R$. 計算本題目時, 請以 273°K 為參攷溫度 (T_0).



(15%)

* 熱力學第一定律式為: $d(nU)_{system} = H_1 dn_1 - H_2 dn_2 + \delta Q - \delta W'$; 式中 n : 質量, U : 內能, H : 焓, Q : 熱, W' : 功

(二) 如右圖裝置, 1 m³ 體積之硬壁絕熱槽中 含有氮氣, 其溫度為 27°C, 壓力 2 bar. 今對氮氣給於 1 kJ 之熱, 請求其 (氮氣)



(a) 溫度 (b) 壓力 (c) 內能改變值 (d) 熵改變值 (e) Gibbs 自由能改變值
 假設氮氣為理想氣體, 其定容熱容量 (constant volume heat capacity) $C_v = (\frac{5}{2})R$; $C_p = (\frac{7}{2})R$. (15%)

* 請注意 第三、四題在 第 2 頁.

(三) Vapor 與 liquid 之 fugacity 可分別以式 (1) 與 (2) 表示,

$$\hat{f}_i^v = y_i \hat{\phi}_i P \quad (1)$$

$$\hat{f}_i^L = x_i \gamma_i f_i^c \quad (2)$$

Compressed liquid 之 fugacity 則可以式 (3) 表示, 請用式

$$f_i^c = \phi_i^{\text{sat}} P_i^{\text{sat}} \exp \frac{V_i^L (P - P_i^{\text{sat}})}{RT} \quad (3)$$

(1), (2) 與 (3) 推導式 (4) 與 (5), 並說明在何種條件下

$$y_i P = x_i \gamma_i P_i^{\text{sat}} \quad (4) \quad y_i P = x_i P_i^{\text{sat}} \quad (5)$$

可使用式 (4) 或 (5) 解相平衡的問題。

(10%)

(四) 如何判斷一 mixture 是 (或是接近) ideal mixture 或是相反 (即非常 nonideal)? 當 A 與 B 兩 components 混合成 mixture 時, A 與 B 須具備那些性質, 則此 mixture 可有 (或接近) ideal mixture 的性質? 當混合水與硫酸時, 溶液變熱, 但當混合水與己烷時, 溶液變冷, 請解釋為什麼?

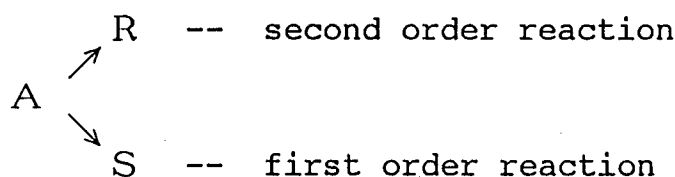
(10%)

乙. 化學反應工程部份:

- (五) 1. 以固體觸媒催化 $A_2 + B \rightarrow C + D$, 請問如何判定 A_2 是否會解離 (dissociate)? (4分)
2. 在進行以固體觸媒催化之反應研究中, 如何以實驗方法判定反應速率 (或轉化率) 受到 (1) 薄膜擴散 (外質傳) 阻力或 (2) 粒內擴散 (內質傳) 阻力之影響? (5分)
3. 若氣體中之 A 與固體中之 B 會發生 $A(g) + b B(s) \rightarrow \text{products}$ 之反應. (1) 請導出 A 在球形多孔性固體中之質量平衡式. [以 $(-r_A)$ 表示: moles of A reacted / volume of solid particle · time] (2) 請寫出 C_B 隨時間之變率. ($C_B = \text{molar concentration of } B$) (3) 請寫出上面二式之起始條件及邊界條件. (8分)
- 提示: 氣固反應 (gas-solid reactions) 與以固體觸媒催化之氣體反應 (solid-catalyzed gas reactions) 有一些類似的地方.

(六)

將兩個 CSTR 串聯, 以純 A ($C_{A0} = 1.0 \text{ mol/l}$) 流入其中 ($\tau_1 = 2.5 \text{ min.}$, $\tau_2 = 10 \text{ min.}$) 進行液相反應



已知第一個反應器出口的濃度為 $C_{A1} = 0.4 \text{ mole/l}$, $C_{R1} = 0.4 \text{ mole/l}$, $C_{S1} = 0.2 \text{ mole/l}$.

- (a) 求第二個反應器出口的濃度組成。 (12%)
 (b) 以此方式安排反應器, 所獲得的 S 對 R selectivity 是否最高? 如果不是, 應如何安排以獲得最高的 selectivity? 何故? (4%)

(七)

- (a) 是否對所有的反應, plug flow reactor 的轉化率 (conversion) 一定大於 CSTR 的 conversion? 請解釋. (3%)
- (b) 若 $-r_A = kC_A$; packed bed reactor, CSTR 和 plug flow reactor 在相同的 residence time 及相同的反應條件下之 conversion 的順序為何? 請解釋 (4%).
- (c) 在一氣相 differential flow reactor; $-r_A = kC_A C_B$, $C_A = N_A/V$, $C_B = N_B/V$. 若溫度、體積和 molar flow rate 保持不變, 請探討壓力由 $P = 0.1 \text{ atm}$ 變成 $P = 1 \text{ atm}$ 時, 反應速率 (即轉化率) 變化的情形. 請定量比較. (10%)