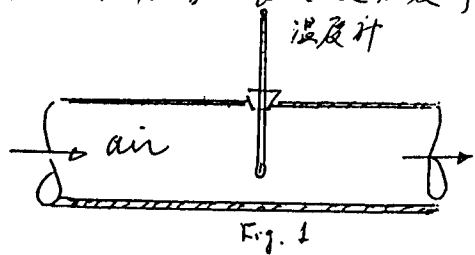


甲 化工熱力學部分 (50%)

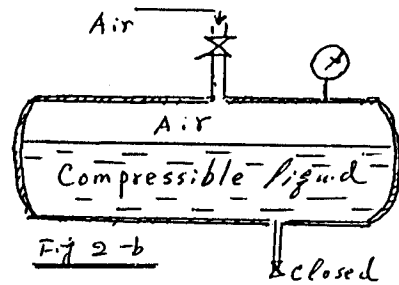
1. 空氣以穩定狀態流動於絕熱、水平、定截面積之直管中，管上裝入一支溫度計以測量管內空氣溫度。請以熱力學第一定律討論溫度計測得之溫度與實際溫度間之差異，假設空氣為理想氣體，其定壓熱容量 C_p 為一定。(10%)



2. 請以最適當之熱力學第一定律式表示下列各題之系統

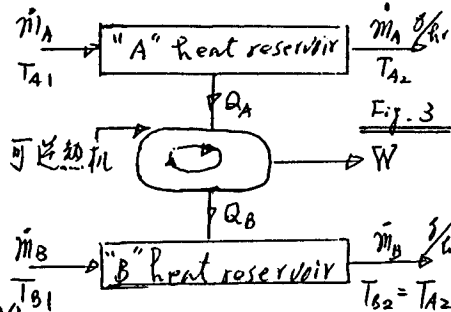
(a) 電流之流經電阻線；系統：電阻線 (5%)

(b) 如圖 2-b 所示裝置，絕熱槽內含有空氣及某種壓縮性液體。今由外面飼入空氣以增加槽內氣體壓力，假設槽內空氣與槽壁及液體沒有熱交換。系統：槽內空氣 (7%)



(c) 請導出上題 (b) 之槽內空氣溫度與壓力之關係式。空氣為理想氣體， C_p 為一定。(8%)

3. 如圖 3 所示，有一可逆熱機操作於 A 和 B 二個熱槽間。此可逆熱機自熱槽 A 吸收 Q_A 之熱量，做 W 之功，放出熱量 Q_B 於熱槽 B。此時熱槽 A 流體之流速為 \dot{m}_A ，溫度自 T_{A1} 降低至 T_{A2} ，熱槽 B 流體之流速為 \dot{m}_B ，溫度自 T_{B1} 升高至 T_{B2} 。假設流體 A 與流體 B 之熱容量皆為 C_p 。請導出計算功之方程式。該方程式至少須以 $T_{A1}, T_{A2}, \dot{m}_A, \dot{m}_B$ 及 C_p 表示。(10%)



- 4-(a) 已知液汽二相之平衡條件為 $\hat{f}_i^l(T, P, x_i) = \hat{f}_i^v(T, P, y_i)$ 。若汽相為理想氣體，請說明在共沸點時，上面關係式可化為 $y_i P_i^{sat} = P$ 。式中 \hat{f}_i 表示成分 i 之 fugacity。

\hat{f}_i^l ：成分 i 於液相之活性係數， P_i^{sat} ：成分 i 之飽和蒸氣壓， P 為系統壓力 (5%)

- 4-(b) 已知成分 i 在氣液二相之平衡條件為 $\hat{f}_i^g = \hat{f}_i^l$ ，Henry 常數為 $H_i = \lim_{x_i \rightarrow 0} \hat{f}_i^l / x_i$ 。若氣相為理想氣體，請導出決定成分 i 在液相之溶解度之方程式 (5%)

參攷資料：(1) 有關於相平衡 $\hat{f}_i^g = x_i P_i^{sat}$ ； $\hat{f}_i^l = \gamma_i y_i P$ ； $\mu_i = RT \ln \hat{f}_i^g + \lambda_i \cdot \rho_i = \mu_i^l$
 $\hat{f}_i^l = \hat{f}_i^g / \gamma_i P$

(2) 1st law: $d[m(u + \frac{u^2}{2g_c} + \frac{q}{g_c})]_{system} = (h + \frac{u^2}{2g_c} + \frac{q}{g_c})_i dm_i - (h + \frac{u^2}{2g_c} + \frac{q}{g_c})_e dm_e + \delta Q - \delta W'$

(3) 2nd law: $d[mS]_{system} = S_i \delta m_i - S_e \delta m_e + \frac{\delta Q}{T} + \frac{\delta W'}{T}$ $\delta W = \text{lost work}$
 $\Delta S_{total} = \Delta S_{system} + \Delta S_{surroundings} \geq 0$

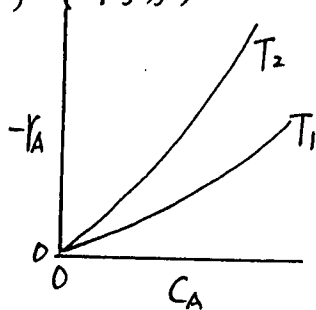
(4) Mechanical energy balance equation:

$v dp + u du / g_c + (\rho/g_c) dz + dW + dF = 0$ ($F = \text{friction energy}$)

乙. 化工動力學部份 (共四題)

5. 已知氣相反應 $A + 3B \rightarrow 2D$ 之反應速率表示式為 $-r_B = k C_A$, $k_{127^\circ\text{C}} = 0.01 \text{ min}^{-1}$, $k_{177^\circ\text{C}} = 0.02 \text{ min}^{-1}$; 現以 A 與 B 各佔 25 與 75% 之混合氣體放入 10 l 之批式反應器進行反應, 若起始壓力為 2 atm, 在體積不變、溫度不變 (152°C) 之狀況下, 30 分鐘時反應器內可產生多少 moles 的 D? ($R = 0.0821 \text{ atm}\cdot\text{l} / \text{g}\cdot\text{mole}\cdot^\circ\text{K}$) (15分)

6. 若某一反應在 T_1 與 T_2 的溫度下, $-r_A$ 與 C_A 之關係如右圖所示: (1) 今擬以二個同大小且已知體積之 CSTR 串聯進行該反應 (第一個 CSTR 之溫度為 T_1 , 第二個為 T_2), 請繪出簡圖說明求出轉化率的方法。 (2) 改用一個柱流反應器 (Plug flow reactor) 時, 如何求出轉化率? (10分)



7 (1) 就 $-r_A = k C_A^n$ ($n > 0$) 之反應, 若欲得相同之轉化率, 則所需 CSTR 之體積較柱流反應器 (PFR) 為大, 且轉化率愈大兩者之差距愈大, 何以工業上仍有很多人捨 PFR 不用而採用 CSTR?

(2) 若 $A + 2B \rightarrow R$ 之速率表示式為 $-r_A = k C_A^\alpha C_B^\beta$, 在何種情況下, 可以僅求出 $\alpha + \beta$ 而不必分別求出 α 與 β ? 如何求出 $\alpha + \beta$?

(3) 有些反應在進行中被觀察得到之階次 (order) 會改變, 何故? 試舉二個例子說明之。 (每小題 5 分)

8. (1) 試就以固體觸媒催化之反應, 比較氣相與液相反應在觸媒內外質傳與熱傳速率。

(2) 如何求出固體之孔隙大小分佈 (pore size distribution)? 測定的方法是根據什麼原理? (每小題 5 分)