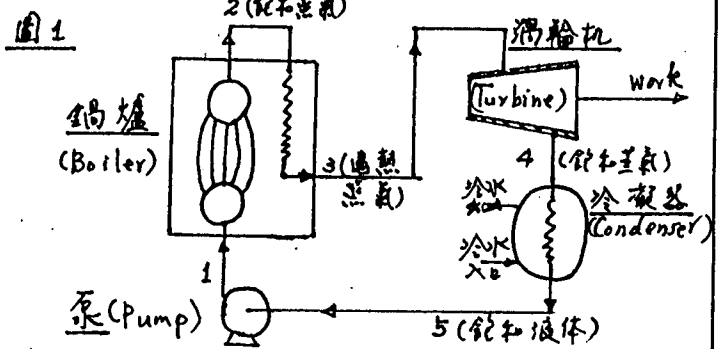


1. 請給出下面各問題的「能」或「焓」變化值 (10%)
- (1) 密閉系統內理想氣體經歷恆溫壓縮過程的內能 (Internal energy, U)
 - (2) 密閉系統內流體經歷循環過程的焓 (Enthalpy, H)
 - (3) 流體經歷 THROTTLE 過程的焓 (H)
 - (4) 呈液-氣相平衡的系統的 Gibbs 自由能 (Free energy, G)
 - (5) 達熱力學平衡系統能夠產生功

2. 請畫出圖 1 所示過程 (1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-1) 的溫度-熵圖 (Temperature-Entropy chart)。並給出計算上述各過程的「能」及「焓」變化的方程式。假設過程是可逆。流體在管路中的變化可省略。(10%)



3. 某化學工程師欲測量工廠內一管路的長度。他先堵住管路的末端，並在管的另一端依據空氣，使之產生聲波。測量回聲的時間 (t) 即可估計管路長度。假設該管路是光滑的，管內表面很光滑，管口絕緣不變的。請利用熱力學第一定律式 (或是流體流動過程) 證明管內空氣的流動速度 u 與管內氣壓力 P 的關係式

$$u^2 = -\gamma_c V^2 \left(\frac{dP}{dV} \right)_s \quad (\text{5 分})$$

若空氣為理想氣體，請求空氣在 27°C , 1 atm 時在管路內的流動速度。若回聲的時間 2 秒，請計算管長。(假設空氣的 $\gamma (C_p/C_v) = 1.4$)

$$0 = \sum (H_i + \frac{u_i^2}{2} + \frac{\gamma}{\gamma-1} z_i) m_i - \sum (H_e + \frac{u_e^2}{2} + \frac{\gamma}{\gamma-1} z_e) m_e + \delta Q - \delta W$$

$$(0 = dH + \frac{u du}{\gamma} + \frac{\gamma}{\gamma-1} dz + \delta Q - \delta W = 0) \quad (15\%)$$

4. 如圖 2 所示裝置。二個各裝 100 l 的絕熱 (adiabatic) 球形貯槽。有一條絕熱管及 Valve A 連接二個貯槽 (管容積可忽視)。其中一個貯槽內裝有 220 psia, 500°F 過熱水蒸氣。另外一個貯槽最初為真空。若打開 Valve A，貯槽 (1) 的水蒸氣則會進入貯槽 (2)。俟二槽壓力相等時，即刻關閉 Valve A。請寫出計算二槽內溫度及水蒸氣量 (克) 所需之方程式及條件。假設計算可用之資料有 steam table 或 Mollier diagram.

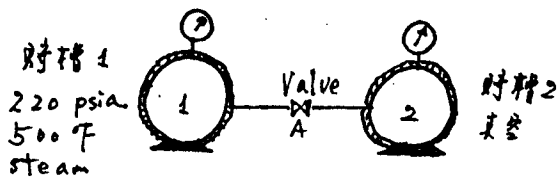


圖 2

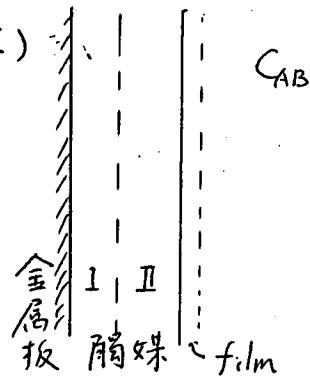
15%

化工動力學部分：

5. a 何謂過剩法 (method of excess)? 此法之應用有何限制? (5分)
 b 續流攪拌式反應器 (CSTR) 在何種情況下可視為理想反應器? 如何達成? (5分)
 c 試就定溫定壓下之氣相反應 $2A + B \rightarrow R$ 導出 $v = v_0(1 + \delta_A f_A)$ 中 δ_A 之表示式 (即亦初濃度表示). 式中 v 表示反應混合物之流率, f_A 表示 A 之轉化率. [有些書本以 $v = v_0(1 + \epsilon_A X_A)$ 表示]. (5分)
- 6 a 安排不同形狀大小之反應器需考慮那些因素? (5分)
 b 就熱傳送比較 CSTR 和管狀反應器. (6分)
 c 反應器系統加裝回流 (recycle) 有何用途? Ideal CSTR 加裝回流有效用嗎? 何故? (6分)

7 現擬以一個半批式反應器 (semibatch reactor) 進行 $A + B \rightarrow 2R$ 之反應. 反應開始前先在器內裝入 40 l 之 A 溶液 ($C_{A0} = 3 \text{ mole/l}$). $t = 0$ 時開始將 B 溶液 ($C_{B0} = 1.2 \text{ mole/l}$) 以 2 l/min 之流率注入反應器, 並打開出口閥讓反應混合液以同一流率流出. 如果反應時間不是很長, 則因反應器內之 A 過量此反應可視為一階反應: $r_R = 0.02 C_B$, 試求 $t = 20 \text{ min}$ 時 C_B 之濃度. [r_R 之單位為 $\text{mole/l}\cdot\text{min}$, B 溶液與 A 溶液混合時係預為加成性]. 並寫出 A 之質量平衡式. (6分)

8 a. 右圖表示一金屬板上貼附一雙層觸媒 (I 和 II) 試就反應物 A 寫出在穩態下之質量平衡式及邊界條件. (6分)



- b. 已知 $A + B \rightarrow R$ 為以固體觸媒催化之氣相反應. 且知 (1) A 和 R 皆可被觸媒吸附, 而 B 則否; (2) 表面反應 (surface reaction) 為速率決定步驟 (又稱速率控制步驟或速率限制步驟), 試導出反應速率表示式 (rate expression). (6分)