

等 別：二級考試
 類 科：化學工程
 科 目：高等化工熱力學
 考試時間：2 小時

座號：_____

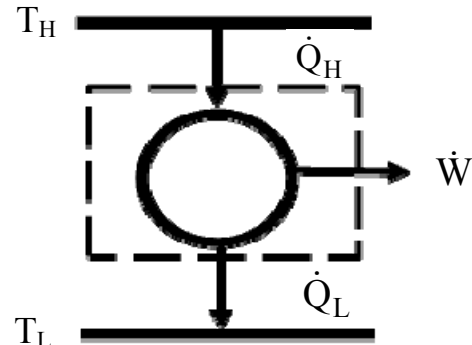
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

參考數據： $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

一、有一連續卡諾發動機，自 $T_H = 1000^\circ\text{C}$ 高溫熱源接受熱 $\dot{Q}_H$ ，並將廢熱 $\dot{Q}_L$ 排放到 $T_L = 100^\circ\text{C}$ 的低溫環境，發動機功率為 $\dot{W} = 100 \text{ kW}$ 。求：

- (一) 高溫熱源輸出熱的速率 $\dot{Q}_H$ 。(2 分)
 (二) 低溫環境接受熱的速率 $\dot{Q}_L$ 。(2 分)
 (三) 高溫熱源熵的變化速率 $\dot{S}_H$ 。(4 分)
 (四) 低溫環境熵的變化速率 $\dot{S}_L$ 。(4 分)
 (五) 卡諾發動機熵系統的變化速率 $\dot{S}_{\text{Sys}}$ 。(4 分)
 (六) 卡諾發動機 + 高溫熱源 + 低溫環境組成宇宙熵的變化速率 $\dot{S}_{\text{Univ}}$ 。(4 分)



- 二、(一) 今有一理想氣體，其固定體積單位摩爾熱容 (constant volume molar heat capacity) 為 $C_V = A$ ；假設系統熱力學狀態 (溫度，單位體積) 從 $(T_1, \underline{V}_1)$ 改變到 $(T_2, \underline{V}_2)$ ；請問單位摩爾內能 $\Delta \underline{U}$ 的變化是多少？(5 分)
 (二) 假如理想氣體為非理想，但滿足 van der Waal 方程

$$P = \frac{RT}{(\underline{V} - b)} - \frac{a}{\underline{V}^2}$$

且固定體積單位摩爾熱容為 $C_V = A + BT$ ；假設系統熱力學狀態 (溫度，單位體積) 從 $(T_1, \underline{V}_1)$ 改變到 $(T_2, \underline{V}_2)$ ；請問單位內能 $\Delta \underline{U}$ 的變化是多少？(15 分)
 提示：

$$d\underline{U} = C_V dT + \left[T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_{\underline{V}} - P \right] d\underline{V}$$

- 三、有一 A+B 雙成分混合物之單位莫爾過剩焓 (excess enthalpy) 可以用下列公式表示

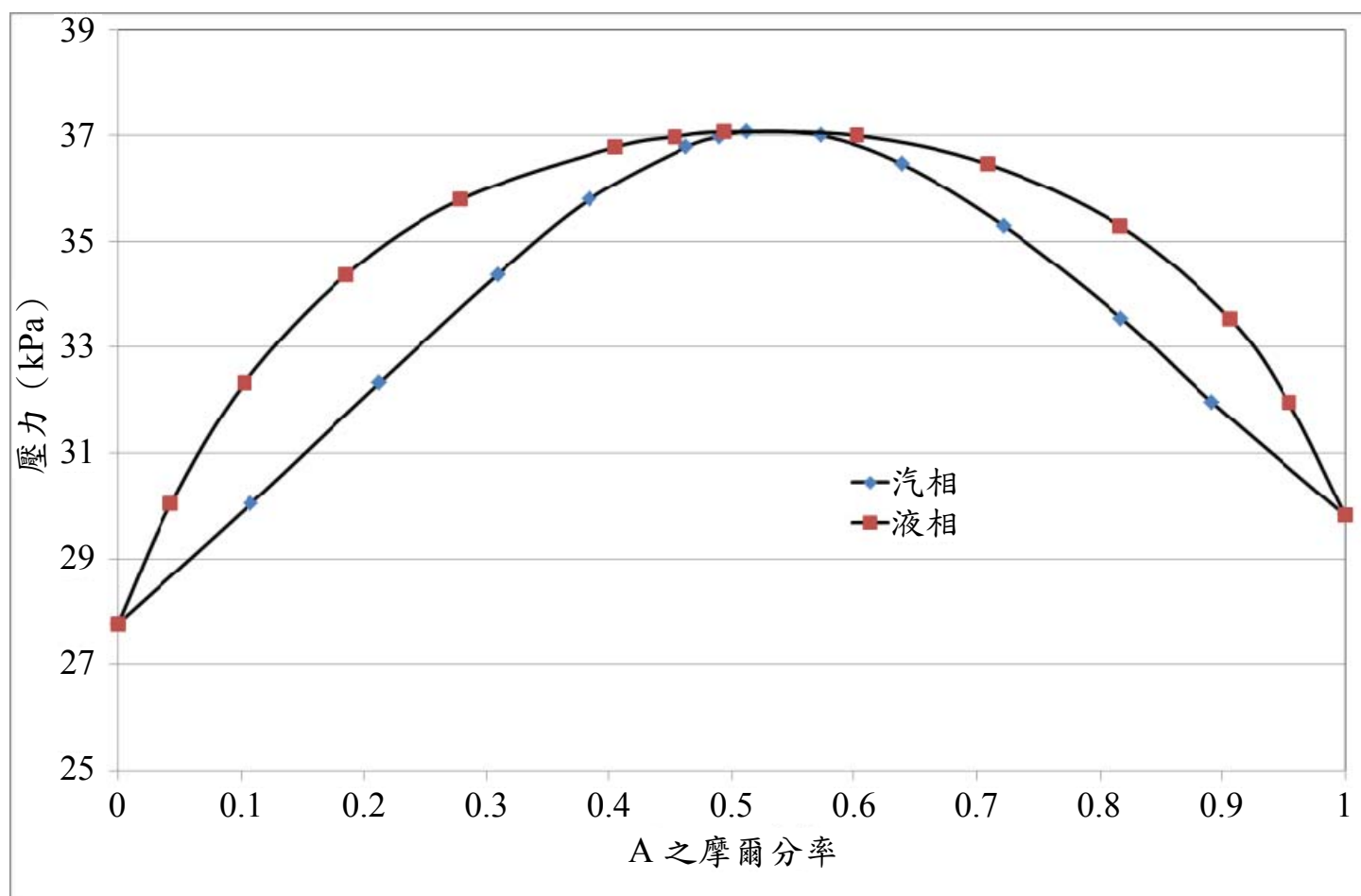
$$\underline{H}^E = (-20)x_A x_B \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

- (一) 請問將 1 mol 的 A 及 1 mol 的 B 混合時會放出多少熱？(10 分)
 (二) 請問將 0.01 莫爾 B 加到 A 時放出多少熱？(10 分)

(請接背面)

等 別：二級考試
類 科：化學工程
科 目：高等化工熱力學

四、有一 A+B 雙成分混合物在 50°C 之汽液平衡數據如下



請問該系統：

- (一) 會形成最高沸點共沸物還是最低沸點共沸物？(4 分)
- (二) $x_A = 0.2$ 時的泡點壓力是多少？(4 分)
- (三) $x_A = 0.2$ 時的露點壓力是多少？(4 分)
- (四) $x_A = 0.2$ 泡點時 A 的活性係數 γ_A 是多少？(4 分)
- (五) $x_A = 0.2$ 泡點時 B 的活性係數 γ_B 是多少？(4 分)

五、1 摩爾氣體 A 解離成 1 摩爾氣體 B 和 1 摩爾氣體 C： $A \rightarrow B + C$ ；A 被放入一個密閉容器，保持恆溫在 298 K，初始壓力為 1 個大氣壓。經過很長的時間，確保已平衡達到後，分析在容器中的氣體組成發現 A 的濃度為 25 mol%；請計算：

- (一) A、B 及 C 的平衡摩爾數。(4 分)
- (二) 容器的平衡壓力。(4 分)
- (三) 在 298 K 的反應平衡常數。(4 分)
- (四) 標準吉布斯反應自由能 (standard Gibbs free energy of reaction)。(4 分)
- (五) 又反應是否自發 (spontaneous)？(4 分)