

類 科：材料工程
科 目：材料熱力學
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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、一個系統經過甲路徑，從狀態 a 改變到狀態 b；系統吸熱 1500 J，對外做功 500 J。當此系統經過乙路徑，從狀態 b 回到狀態 a；若是外界對此系統做功 400 J，則此系統是吸了多少熱或是放了多少熱？（10 分）
- 二、A 與 B 系統生成理想溶液，溶液的組成為 x_B ，溫度為 T。(一)理想溶液的莫耳混合焓（molar enthalpy of mixing）為何？（3 分）(二)混合熵（molar entropy of mixing）為何？（3 分）(三)莫耳混合自由能（molar Gibbs free energy of mixing）為何？（4 分）
- 三、一莫耳理想氣體：起始的狀態是溫度 T_1 與壓力 P_1 ，經過斷熱壓縮（adiabatic compression）程序到溫度 T_2 與壓力 P_2 ，經過等壓（ P_2 ）程序回到起始的溫度（ T_1 ），然後經過等溫程序（ T_1 ）回到起始的狀態：溫度 T_1 與壓力 P_1 。(一) T_1 與 T_2 ，何者的溫度較高？並請說明理由。（5 分）(二)請在 P-V 圖上畫出上述的程序。（5 分）
- 四、一個標準大氣壓，A 與 B 純元素的熔點分別為 800°C 與 400°C 。A-B 二元系統中具有 A_2B 化合物。在此二元系統中，具有一個包晶（peritectic）反應與共晶（eutectic）反應。包晶反應為 $L+A \rightarrow A_2B$ ，溫度為 600°C ；共晶反應為 $L \rightarrow A_2B+B$ ，溫度為 300°C 。請畫出此 A-B 二元系統相圖。（10 分）
- 五、(一)完成以下這個馬克斯威爾公式（Maxwell equations） $(\frac{\partial T}{\partial V})_S = ?$ （2 分）
(二)完成以下這個馬克斯威爾公式 $(\frac{\partial P}{\partial T})_V = ?$ （2 分）(三)莫里爾圖（Mollier diagram）是 H-S 圖。在氣相區的等壓線（isobar）的斜率必須為正？為負？正負皆可？為什麼？（6 分）

- 六、一莫耳理想氣體，起始狀態是溫度 T_1 與壓力 P_1 ，經過斷熱膨脹 (adiabatic expansion) 到達最終狀態溫度 T_2 與壓力 P_2 。(一)此斷熱膨脹程序是可逆程序 (reversible process)，此系統 (不含環境) 的 Q 、 ΔH 與 ΔS 改變是正值？是負值？或是零？並請說明理由。(7分)(二)此斷熱膨脹程序是非可逆程序 (irreversible process)，此系統 (不含環境) 的 Q 、 ΔH 與 ΔS 改變是正值？是負值？或是零？並請說明理由。(7分)
- 七、原始進料 1 莫耳的氨氣，在一標準大氣壓 (1 atm) 與溫度為 673K 時進行氨氣分解，反應式為 $NH_3(g) = \frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g)$ 。假設氣體可以依理想氣體來描述，此反應在 673K 的反應自由能 (Gibbs free energy of reaction) 為 $\Delta G_{673K}^0 = -47370 \text{ joules}$ 。(一)請寫出此反應平衡常數 (equilibrium constant) 的數學式。(不需將平衡常數確實數字求解出，只要寫出包含了各成分組成與反應自由能...等的平衡常數數學式。(5分)(二)氨氣反應消耗的量與原始氨氣的進料比定義為反應坐標 (reaction coordinate)， ε 。請畫出此系統的定性的「整體自由能-反應坐標」($\Delta G-\varepsilon$) 圖，反應坐標 ε 的值從 0 到 1。(5分)(三)因為反應自由能為負值，從熱力學的條件得知，上述反應會進行。但是從平衡常數的計算可以得知，當此反應到達平衡時，氨氣的組成並不會為零。為何氨氣不會完全分解？(6分)
- 八、在一個標準大氣壓，元素 A 與元素 B 具有不同的晶體結構，它們的熔點分別為 330°C 與 230°C 。A-B 二元系統具有一個共晶反應，共晶溫度為 180°C ，共晶組成為 60at.%B。A 中溶有 B 的為 α 相，B 中溶有 A 的為 β 相。在 180°C ， α 相中 B 的溶解度為 20at.%， β 相中 A 的溶解度為 5at.%。(一)請畫 A-B 二元相圖，溫度從 100°C 到 600°C 。(6分)(二)請畫 A-B 二元系統中，B 組成從 0 到 100%，液相、 α 相與 β 相在 200°C 的吉布斯自由能 (Gibbs free energy)。(6分)(三)請畫出在 200°C ，B 的組成從 0 到 100% 的活性 (activity)。(8分)