

111年公務人員高等考試三級考試試題

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)本科目得以本國文字或英文作答。

一、3 莫耳的理想氣體由 298 K、1 atm 開始，經一自由膨脹到原體積兩倍，接著進行可逆絕熱壓縮回到 1 atm，若該氣體的定壓比熱為 $3.5 R$ ，且 $S_{298K}^o(1 \text{ atm}) = 200 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1}$ ，請問在此過程中，該氣體吸收的熱、做功、內能、焓、熵、吉布士自由能的變化與最終的溫度、體積各為多少？(20 分)

$$(R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1} = 0.082057 \text{ atm} \cdot \text{l K}^{-1} \text{ mole}^{-1})$$

二、已知 0.5 莫耳 A 與 B 混合組成溶液的混合焓為 5000 J/mole ；現若以 X 與 $1-X$ 莫耳分率的 A 與 B 組成規則溶液 (regular solution)，請針對 A_X-B_{1-X} 溶液：(每小題 5 分，共 20 分)

(一)推導此規則溶液產生混溶間隙 (miscibility gap) 的溫度 T 與 X 關係式？

(二)請問該混溶間隙的臨界溫度為多少？

(三)推導該溶液生成旋節分解 (spinodal decomposition) 的 T 與 X 關係式。

(四)與 $T=300 \text{ K}$ 時旋節分解的成分區間。

三、請參考下列數據推導估算水在 30°C 的飽和蒸汽壓。(20 分)

$$\Delta H_{\text{H}_2\text{O}, \text{沸騰}, 373 \text{ K}} = 40668 \text{ J mole}^{-1}, \Delta H_{\text{H}_2\text{O}, \text{熔融}, 273 \text{ K}} = 6008 \text{ J mole}^{-1}$$

$$c_{P, \text{H}_2\text{O}(\text{g})} = 30 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1}, c_{P, \text{H}_2\text{O}(\text{l})} = 75.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1}$$

$$T_{\text{H}_2\text{O}, \text{沸騰}} = 100^\circ\text{C}, \rho_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$(\text{AW 原子量}) \text{ AW}_\text{H} = 1, \text{ AW}_\text{O} = 16$$

四、針對 $\text{CO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 = \text{CO}_2$ 反應，試說明：

(一)隨溫度上升，反應進行的方向為何？請說明原因。(5 分)

(二)隨壓力上升，反應進行的方向為何？請說明原因。(5 分)

(三)當灌入 CO_2/CO 的比例固定為 99 時，請問溫度需要控制在高於或低於什麼溫度下，才能將氧分壓控制在 10^{-12}atm 以下？(10 分)

其中 $\text{C}_{(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} = \text{CO}_{(g)}$ ， $\Delta G^\circ (\text{J}) = -111700 - 87.65T$

$\text{C}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} = \text{CO}_{2(g)}$ ， $\Delta G^\circ (\text{J}) = -394100 - 0.84T$

五、請證明理想氣體的 $\left(\frac{\partial^2 A}{\partial T^2}\right)_V - \left(\frac{\partial^2 G}{\partial T^2}\right)_P = \frac{R}{T}$ 。(A 與 G 分別為 Helmholtz 和 Gibbs 自由能，R 為氣體常數)(10 分)

六、請計算 298 K 下，100 大氣壓的 19 莫耳 Ar 與 50 大氣壓的 1 莫耳 H_2 混合為總壓力為 1 大氣壓的混合理想氣體後，請問該氣體混合熵、混合焓以及吉布士自由能變化分別為多少？(10 分)