

等 別：三等考試  
類 科：化學工程  
科 目：物理化學（包括化工熱力學）  
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。

(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、純水的固-液-氣三相點 (triple point) 為  $0.01^{\circ}\text{C}$  及  $611.73\text{ Pa}$ 。純水的凝固點、沸點與壓力有關，凝固點隨壓力增大而下降，沸點則隨壓力增大而提高。在一個標準大氣壓，水的凝固點為  $0^{\circ}\text{C}$ 、沸點為  $100^{\circ}\text{C}$ 。

(每小題 10 分，共 20 分)

(一)請利用吉布斯相律 (Gibbs phase rule) 說明三相點 (triple point)，以及為何凝固點與沸點會隨壓力變化？

(二)請畫出純水的 P-T (壓力-溫度) 圖，並標示固相/液相邊界與液相/氣相邊界的斜率。

二、只與現有狀態有關，與改變過程無關的性質，稱為狀態函數 (state functions)，如內能 (internal energy)  $U$  就是狀態函數。

(每小題 10 分，共 20 分)

(一)請說明焓 (enthalpy) 的定義，並說明焓是否為狀態函數？

(二)請說明熵 (entropy) 的定義，並說明熵是否為狀態函數？

三、一個電池 (galvanic cell) 的二個電極分別為 Cu 與 Zn。Cu 與 Zn 的氧化反應， $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-}$  與  $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-}$  的電極電位分別為  $+0.337\text{ V}$  與  $-0.763\text{ V}$ 。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)電池的陽極 (anode) 與陰極 (cathode) 的定義為何？此電池的陽極為何？為什麼？

(二)電池的正極 (positive electrode) 與負極 (negative electrode) 的定義為何？此電池的正極為何？為什麼？

四、(一)物質是由分子所構成，真實的氣體分子在移動的過程中，彼此間也會產生碰撞。A 氣體分子的半徑為 0.35 nm，移動速率為  $4.5 \times 10^2$  m/s。請問 A 氣體在 300 K 與 1 bar 的狀態下，其平均自由徑 (mean free path) 為何？(10 分)

(二)請問理想氣體 (ideal gas) 是否會有平均自由徑？為什麼？(10 分)

$$\text{氣體常數 } R = 8.314 \frac{\text{m}^3 \cdot \text{Pa}}{\text{mol} \cdot \text{K}} ; 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} ; 1 \text{ J} = 1 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa}$$

五、一個在 25°C 與一個標準大氣壓的二元 (binary) 溶液 (solution)，是由純物質 A 與純物質 B 混合生成。純物質 A 與純物質 B 在 25°C 與一個標準大氣壓的吉布斯自由能 (Gibbs free energy) 分別為  $\Delta G_A^0$  與  $\Delta G_B^0$ 。 $x_A$  與  $x_B$  分別為物質 A 與物質 B 的莫爾組成分率。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)若是此溶液為理想溶液，此二元溶液的混合焓 (enthalpy of mixing) 為何？混合熵 (entropy of mixing) 為何？吉布斯混合自由能 (Gibbs free energy of mixing) 為何？

(二)若此溶液的過剩混合吉布斯自由能 (excess Gibbs free energy of mixing) 為  $1.5 RTx_Ax_B$ 。此溶液的吉布斯自由能為何？並請解釋何為過剩混合吉布斯自由能？