

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。

- 一、在體積為 2 升的密閉瓶中有 2 莫耳的氮，茲將此瓶加熱至 500 K，在此溫度下部分的氮分解為  $N_2$  及  $H_2$ ，若此時量得的壓力為 4.85 MPa，試計算瓶中  $H_2$  的莫耳數。（12 分）
- 二、某理想氣體的熱容量  $C_p$  (J/mol K) =  $28.167 + 0.630 \times 10^{-2}T$ ，其中 T 的單位為 K，茲將 2.5 莫耳的此氣體由 1 bar 及 200 K 變為 4 bar 及 400 K，試計算其焓及熵的變化。（12 分）
- 三、某密閉系統 (closed system) 中有 1 莫耳的氧氣，若此氣體遵循凡得瓦 (van der Waal) 狀態方程式，式中參數  $a = 0.1381 \text{ Pa m}^6/\text{mol}^2$ ， $b = 3.184 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$ ，試計算此系統在 300 K 下由 2 升等溫膨脹至 20 升之內能 (internal energy) 變化。（14 分）
- 四、分解反應  $A \rightleftharpoons B + C$  中各成分在 25°C 之標準生成焓 (standard enthalpy of formation) 及標準生成自由能 (standard Gibbs energy of formation) 如下：

成分	$\Delta H_f^0$ (cal/mol)	$\Delta G_f^0$ (cal/mol)
A	$-6.51 \times 10^4$	$-4.14 \times 10^4$
B	$4.88 \times 10^3$	$1.50 \times 10^4$
C	$-5.78 \times 10^4$	$-5.46 \times 10^4$

假設反應熱不隨溫度變化，試估算此反應在 100°C 時之反應平衡常數。（14 分）

- 五、苯的蒸氣壓可由下列 Antoine 式估算：

$$\ln P(\text{mmHg}) = 15.9 - \frac{2788}{T(\text{K}) - 52.4}$$

試由此式估算苯在 50°C 時的蒸發熱  $\Delta H^{\text{vap}}$  (J/mol)。（12 分）

- 六、在乙醇 (A) 及四氯化碳 (B) 混合溶液中 A 占 99 mol %，其餘為 B，此溶液在 45°C 下的蒸氣壓為 177.95 torr，在蒸氣中 A 占 96.1 mol %，試計算乙醇在 45°C 的蒸氣壓及四氯化碳在此溶液中的亨利定律 (Henry's law) 常數。（12 分）
- 七、兩支毛細管，其內徑 (inside radii) 分別為 0.60 及 0.40 mm，在插入密度為  $0.9 \text{ g/cm}^3$  的液體時，液面上升幅度的差異為 1.0 cm，假設液面上空氣的密度為  $0.01 \text{ g/cm}^3$ ，接觸角為 0 度，試計算此液體的表面張力。（12 分）
- 八、試寫出  $\text{Cu}|\text{CuSO}_4(1.00 \text{ mol/kg})|\text{Hg}_2\text{SO}_4(\text{s})|\text{Hg}|\text{Cu}'$  的電池反應，若  $\text{CuSO}_4$  在 25°C 及 1 bar 時的計量活性係數 (stoichiometric activity coefficient) 為 0.043，半電池反應  $\text{Hg}_2\text{SO}_4(\text{c}) + 2e^- \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{SO}_4^{2-}$  及  $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ ，在 25°C 的水中及 1 bar 時的標準電極電位 (standard electrode potential) 分別為 0.613 及 0.340 伏特，試計算此電池的電動勢 (electromotive force)。（12 分）