

105年專門職業及技術人員高等考試建築師、
技師、第二次食品技師考試暨普通
考試不動產經紀人、記帳士考試試題

全一張
(正面)

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：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。

氣體常數

$$R = 8.314 \text{ J/(mol K)} = 8.314 \times 10^{-5} (\text{bar m}^3)/(\text{mol K}) = 83.14 (\text{bar cm}^3)/(\text{mol K})$$

一、壓力 350 kPa 水蒸氣 10 kg 在一水平無磨擦力之圓筒活塞 (a horizontal frictionless piston and cylinder) 中，起始體積 (initial volume) 為 8 m^3 。

(一)估算圓筒活塞中水蒸氣之溫度、內能 (internal energy)、焓 (enthalpy) 及熵 (entropy) 之值。(5 分)

若在定壓下加熱圓筒活塞中之水蒸氣至 600°C ，請估算此加熱程序中：

(二)需加入多少熱 (heat, Q) 至水蒸氣系統中？(5 分)

(三)系統水蒸氣對外界做多少功 (work, W)？(5 分)

(四)此程序中熵 (entropy) 的變化。(5 分)

水蒸氣的熱力學性質如下表：

$P(\text{kPa})$	$T(^{\circ}\text{C})$	$V(\text{cm}^3/\text{g})$	$U(\text{kJ/kg})$	$H(\text{kJ/kg})$	$S(\text{kJ}/(\text{kg K}))$
350	325	783.01	2845.6	3119.6	7.7181
350	350	816.57	2885.1	3170.9	7.8022
350	600	1149.3	3300.5	3702.7	8.5183

二、(一)從 $dH = C_p dT + \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P \right] dP$ ，推導式 $\left(\frac{\partial C_p}{\partial P} \right)_T$ 為 P, T, V 的關係式。(10 分)

(二)從 $dU = C_v dT + \left[T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V - P \right] dV$ ，來推導 $\left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_P - \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$ 為 P, T, V 的關係式。
(10 分)

三、計算在溫度 650 K，摩爾體積 $135 \text{ cm}^3/\text{mol}$ ，氨 (ammonia) 的熱膨脹係數 α (coefficient of thermal expansion) 值。氨的熱力學性質可以凡得瓦爾 (van der Waals) 狀態方

程式來表達， $P = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$ ，其中參數可用臨界點特性來估算： $a = \frac{27}{64} \frac{R^2 T_c^2}{P_c}$ 及

$b = \frac{1}{8} \frac{RT_c}{P_c}$ 。氨的臨界點： $T_c = 405.6 \text{ K}$ 及 $P_c = 112.8 \text{ bar}$ 。同時，熱膨脹係數 $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$ 。

(20 分)

(請接背面)

105年專門職業及技術人員高等考試建築師、
技師、第二次食品技師考試暨普通
考試不動產經紀人、記帳士考試試題

全一張
(背面)

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：化工熱力學

四、一參成分 (ternary) 溶液之氣液平衡可以拉午爾定律 (Raoult's law) 來表示，即
 $y_i P = x_i P_i^{\text{sat}}$ ，各成分純物質之蒸氣壓 (vapor pressure) P_i^{sat} 可以下式表示，

$\ln P^{\text{sat}} = A - \frac{B}{t + C}$ ，其中 P^{sat} 與 t 之單位分別為 kPa 與 $^{\circ}\text{C}$ ，參數如下表：

成分	A	B	C
1	14.3916	2795.82	230.00
2	14.2724	2945.47	224.00
3	16.6758	3674.49	226.45

(一) 在 60°C 及液態組成 $x_1 = 0.26$, $x_2 = 0.35$ ，估算系統壓力 P 及氣態組成 y_i 。(10 分)

(二) 在 90°C 及氣態組成 $y_1 = 0.50$, $y_2 = 0.15$ ，估算系統壓力 P 及液態組成 x_i 。(10 分)

五、一雙成分溶液的摩爾體積在一固定的溫度及壓力下可以下式表示，

$$V(\text{cm}^3 / \text{mol}) = 120x_1 + 70x_2 + (16x_1 + 9x_2)x_1x_2$$

(一) 估算在 $x_1 = 0.55$ 時，各成分之部分摩爾體積 (partial molar volume) $\bar{V}_1$ 及 $\bar{V}_2$ 。
(10 分)

(二) 在此固定的溫度及壓力下，若須配製濃度 $x_1 = 0.25$ 之雙成分溶液 5000 cm^3 ，各需多少之純成分體積 (cm^3)？(10 分)