

類 科：核子工程

科 目：工程熱力學

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、回答下列四個小題：

(一)甚麼是熱？甚麼是熱力學？(4 分)

(二)試列舉至少四種利用不同寒暑性質 (Thermometric property) 的溫度量測方法，並註明其寒暑性質。(4 分)

(三)試詮釋凡得瓦爾狀態方程式中植入兩個常數之物理意義。(4 分)

(四)考慮一結合二個循環的組合式熱機 (combined cycle heat engine)，前一循環的低溫熱交換器所輸出的熱能被應用做為後一循環的高溫熱交換器的輸入熱能，假如前一循環的熱效率是 η_A ，後一循環的熱效率是 η_B ，試以 η_A 和 η_B 表示組合式熱機的熱效率 η_{CC} 。(8 分)

二、一個絕熱 (insulated) 剛性 (rigid) 的容器，內部被以隔板分成二個隔間，一間裝滿壓力 4 bars，溫度 350°K 的氮氣 (N₂) 0.2 kmol，另一間裝滿壓力 1 bar，溫度 300°K 的二氧化碳 (CO₂) 氣體 0.3 kmol。當隔板被移除後，氣體開始混合，試求混合後氣體的壓力與溫度，以及混合過程的熵變化。氣體常數 $R = 8.3144 \text{ kJ}/(\text{kmol}^\circ\text{K})$ ，二氣體的定容比熱分別是 $C_{V\text{CO}_2} = 28.908 \text{ kJ}/(\text{kmol}^\circ\text{K})$ ， $C_{V\text{N}_2} = 20.804 \text{ kJ}/(\text{kmol}^\circ\text{K})$ 。(20 分)

三、(一)一純物質的內能 (u) 可表示為溫度 (T) 與每單位質量之體積 (v) 的函數， $u = u(T, v)$ 。請推導內能變化 (du) 的一般式。(10 分)

$$[\text{由馬克示威關係式知：} \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_v = \left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T, \left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial s}{\partial P}\right)_T]$$

(二)如純物質的熱力性質滿足凡得瓦爾狀態方程式 $P = RT/(v-b) - a/v^2$ ，當純物質由初狀態 (T_1, v_1) 改變狀態至終狀態 (T_2, v_2)，試求這過程中內能的變化量 (Δu)。假設物質的比熱值為常數。(10 分)

四、一個鍋爐中，熱從燃燒產物傳導給蒸汽，燃燒產物的溫度從 1400°K 降至 830°K，壓力則固定在 0.1 MPa，燃燒產物的定壓比熱之平均值是 $C_p = 1.09 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$ 。水進入鍋爐前的狀態為 0.8 MPa，150°C，由熱力性質資料知：此時，焓 $h = 632.2 \text{ kJ}/\text{kg}$ ，熵 $s = 1.8418 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$ ；離開時的狀態為 0.8 MPa，250°C， $h = 2950 \text{ kJ}/\text{kg}$ ， $s = 7.0384 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{K})$ 。試求此一熱交換過程中，燃燒產物的可用性 (availability 或有效能 exergy) 減少量以及水的可用性變化量，並計算整個熱交換器 (控制容積) 的不可逆性 (irreversibility)。熱交換過程中物質的動能與位能變化量可以忽略不計；周圍環境的溫度是 25°C。(20 分)

(請接背面)

類 科：核子工程
科 目：工程熱力學

五、一活塞如下圖所示在二個觸止之間移動，且受一線型彈簧拘束。活塞的橫剖面面積為 0.05 m^2 。於下觸止處時之小室內體積是 0.01 m^3 ，於上觸止處時，體積則是 0.03 m^3 ，彈簧常數是 25 kN/m 。小室內的空氣初狀態為 0.5 MPa ， 300°K 。要使活塞剛好從觸止處往上升所需要的壓力是 1 MPa 。室內氣體的終壓力是 1.5 MPa 。空氣的定容比熱值是 $20.77 \text{ kJ}/(\text{kmol}^\circ\text{K})$ 。試畫出一準確的P-v圖，並試求氣體所做的功以及被加熱的熱傳量。(20分)

