

類 科：農業機械、機械工程、汽車工程

科 目：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、有一絕熱之密閉容器被一鎖住之可導熱活塞分割成 A 及 B 兩部分，每一部分皆裝有空氣。A 部分之空氣壓力為 200 kPa，溫度為 300 K，體積為 1 m^3 。B 部分之空氣壓力為 1 MPa，溫度為 1000 K，體積為 1 m^3 。當活塞的鎖開啟後，活塞可自由地移動，且最終空氣達到一均勻溫度 $T_A = T_B$ ，請問此狀態下：（每小題 5 分，共 10 分）

(一)系統之溫度及壓力為何？

(二)A 及 B 部分之空氣質量各為何？

(給予數據：空氣氣體常數 $0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ， 25°C 等壓比熱 $1.004 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$)

二、有一兩級壓縮機 (two-stage compressor)，將氮氣由 20°C ，150 kPa，經第一級壓縮機壓縮至 600 kPa，450 K。然後氮氣流經一中間冷卻器 (Inter-cooler)，其溫度降至 320 K 後，進入第二級壓縮機，將其壓力及溫度提升至 3000 kPa 及 530 K。

(每小題 10 分，共 20 分)

(一)請於 T-S 圖上表示此壓縮過程，並指出與單級壓縮比較時可節省之壓縮功。

(二)試求各級壓縮單位質量之可用能增量及可用能消減量為何？

(給予數據：氮氣氣體常數 $0.2968 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ， 25°C 等壓比熱 $1.042 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$)

三、由玉米發酵生產乙醇過程中，所剩下的固體廢棄物以一連續爐乾燥之。此乾燥過程產生 15 kg/s 的潮濕空氣，其壓力為 1 atm，溫度為 90°C ，相對濕度為 70%。此潮濕空氣中含有一些揮發性有機化合物和顆粒。為除去這些有機氣體和顆粒，將此潮濕空氣引入一熱氧化爐 (Thermal Oxidizer) 以天然氣燃燒加熱，使其溫度提升至 800°C 。試求：（每小題 10 分，共 20 分）

(一)潮濕空氣中乾空氣及水蒸汽流量。

(二)由天然氣燃燒所提供之熱量。

(給予數據：空氣氣體常數 $0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ， 25°C 等壓比熱 $1.004 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ 。水蒸汽 90°C 飽和壓力：70.14 kPa。水蒸汽焓： 90°C ：2663 kJ/kg·K， 800°C ：4159 kJ/kg·K)

四、一汽油引擎在進氣口前具有小型增壓器 (boost)，因此引擎之進氣狀態為 125 kPa，300 K。此引擎以米勒循環 (Miller cycle) 運轉。Miller cycle 為將 Otto cycle 之單一等容排氣過程更改為一等容及一等壓過程之循環。若循環之壓縮比為 9，膨脹比為 12，最高溫度為 2000 K，試求此循環之：（每小題 5 分，共 15 分）

(一)最大壓力。

(二)由燃燒獲得之熱量。

(三)平均有效壓力 (mean effective pressure, MEP)。

請以標準冷空氣假設 (cold air-standard assumption) 計算性質之變化。

(給予數據：空氣氣體常數 $0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ， 25°C 等壓比熱 $1.004 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$)

(請接背面)

類 科：農業機械、機械工程、汽車工程
科 目：熱力學

五、將碳氫燃料 (hydrocarbon fuels) 經由重組反應 (reform reaction) 獲得氫氣，為提供燃料電池所需燃料之一種方式。其中甲烷水蒸汽重組反應： $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow 3\text{H}_2 + \text{CO}$ 為常見之重組產氫方式。以 1 kmole CH_4 及 1 kmole H_2O 進行重組反應，在 800 K 及 100 kPa 進行重組反應時，產物為 CH_4 ， H_2O ， H_2 及 CO 之混合物。請問：

(每小題 5 分，共 15 分)

- (一) 在平衡反應時各產物組成氣體之莫耳分率各為何？800 K 時反應平衡常數為 $K=0.0237$ 。
- (二) 如(一)，但反應壓力增為 200 kPa 時，各產物組成氣體之莫耳分率各為何？
- (三) 反應壓力提高對重組反應之影響為何？

六、(一) 說明卡諾循環 (熱機) 及逆卡諾循環 (冷凍機) 以水蒸汽及 R134a 冷媒為工作流體時遭遇之困難。(10 分)

- (二) 如何移除或改善(一)中熱機及冷凍機遭遇之困難？(10 分)