

110年專門職業及技術人員高等考試建築師、
24類科技師(含第二次食品技師)、大地工程技師
考試分階段考試(第二階段考試)、公共衛生師
考試暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：機械工程技師
科 目：熱力學與熱傳學(包括熱機)
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、一壓力為 5 大氣壓體積為 2 m^3 的容器內，含有 0.5 m^3 的液態水，其他空間則充滿水蒸氣。求(一)此水氣的乾度(quality)(10分)以及(二)此容器中水的總質量。(10分)(在 5 大氣壓下，飽和水蒸氣的比體積為 $0.375 \text{ m}^3/\text{kg}$ ，飽和水的比體積為 $1.094 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$)。
- 二、氣體以 0.5 kg/s 的質量流率進入一絕熱噴嘴，其進口壓力為 2 大氣壓(=2 bar=200 kPa)，溫度為 50°C ，出口截面積為 0.002 m^2 ，壓力為 1 大氣壓，速度為 250 m/s 。假設此氣體為理想空氣(ideal gas)，其定壓比熱(C_p)和定容比熱(C_v)為常數，分別為 $1.0035 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ 和 $0.717 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ，求(一)噴嘴出口溫度(5分)以及(二)熵(entropy)的產生率。(5分)
- 三、一卡諾熱機的操作在熱源(Heat source)溫度 500°C 以及熱沉(Heat sink)溫度 20°C 的循環，每一循環其輸出的功為 $1,000 \text{ kJ}$ 。求(一)此熱機之熱效率，(5分)(二)此循環所接收的熱，(5分)(三)此循環所釋放的熱，(5分)(四)在放熱過程中熵的變化量。(5分)
- 四、某一循環操作狀況如下：壓力為 P_1 ，溫度為 T_1 的理想空氣進入壓縮機，以等溫過程壓縮至 P_2 ，接著以等壓過程加熱至 T_3 ，再來以等熵過程膨脹至 P_1 ，最後以等壓過程冷卻至 T_1 。(一)請畫出此循環於 T-s 坐標的示意圖，(5分)(二)該理想空氣的定壓比熱(C_p)和定容比熱(C_v)均為常數，請導出該循環之熱效率 $\eta = \eta(\alpha, \beta, \rho)$ ，其中 $\alpha = (k-1)/k$ ， $k = C_p/C_v$ ， $\beta = P_2/P_1$ ， $\rho = T_3/T_2$ 。(10分)

- 五、在一核能反應爐中，燃料棒可視為一穩態操作的一維平板，其厚度為 l ，熱傳導係數為 k ，燃料棒熱產生率為 $\dot{q}=4C \left[\left(\frac{x}{l} \right) - \left(\frac{x}{l} \right)^2 \right]$ ，其中 C 為常數。假設平板的一側 ($x=0$) 為絕熱，另一側 ($x=l$) 為接觸冷卻水，該冷卻水溫度為 T_∞ ，熱對流係數 (convection heat transfer coefficient) 為 h 。求此燃料棒平板兩側的溫度。(20 分)
- 六、以輻射方式將 20 kW/m^2 的熱通量入射於一灰色不透明表面 (Gray opaque surface)，該表面溫度為 400 K ，其放射率 ε (emissivity) 為 0.4 ，根據克希何夫定律 (Kirchhoff's law)，求(一)此表面吸收的熱通量，(5 分)
(二)此表面放射的熱通量 (5 分) 以及(三)由此表面離開的熱輻射通量 (radiation heat flux)。(5 分) Stefan-Boltzmann 常數 (σ) = $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ 。