

108年專門職業及技術人員高等考試建築師、
25類科技師（含第二次食品技師）考試暨
普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

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、在一活塞-汽缸裝置中，10 kg 的空氣處於 5 大氣壓和 300 K 狀態下，現將該空氣等溫膨脹至 1 大氣壓（101.35 kPa）。此假設空氣為理想氣體（氣體常數 $R = 0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ），求此過程中(一)所作的功；(二)該空氣的內能變化；(三)熱傳量（含方向）以及(四)大氣（維持在 300 K）熵的變化量。（20 分）
- 二、有一理想氣體，其氣體常數為 R ，定壓比熱及定容比熱的比值為 k 。該氣體執行下述包括三個可逆過程的循環：狀態 1 至狀態 2 為等溫膨脹過程，狀態 2 至狀態 3 為絕熱膨脹過程，狀態 3 至狀態 1 在 T - s 圖上其過程為直線。令 $P_2 = \alpha P_1$ 以及 $P_3 = \beta P_1$ 。(一)劃出此循環示意圖於 T - s 圖上；(二)求狀態 3 的溫度 T_3 ，以 T_1 、 α 及 β 的函數形式表之；(三)求此三個過程中個別的熱傳量及其方向；(四)求此循環的效率，以 k 、 α 及 β 的函數形式表之。（20 分）
- 三、一固定型大型氣渦輪機以布雷登循環（Brayton cycle）產生 100 MW 的能量來推動發電機。在此循環中，最低溫度為 300 K，最高溫度為 1600 K，最低壓力為 100 kPa，壓縮機之壓縮比為 14。假設工作流體為空氣（定壓比熱 $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg}$ 、氣體常數 $R = 0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ），且視為理想氣體。若壓縮機的等熵效率為 85% 且渦輪機等熵效率為 88%，請計算：
- (一)工作流體的流量（10 分）
- (二)壓縮機所需的功占渦輪機所輸出總功的比率（10 分）
- (三)此循環的熱效率（5 分）

四、有一小木屋有天花板、地板和四面牆，每一面牆的構造為兩片厚度均為 2 公分的木材中間夾有 5 公分厚的保溫玻璃棉層（整體厚度為 9 公分），小木屋內溫度維持在 25°C (T_1)，而周遭大氣環境是 10°C (T_2)。若室內的對流熱傳係數（convection heat transfer coefficient）為 $h_{c,1} = 3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ，而大氣的對流熱傳係數為 $h_{c,2} = 6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ，另牆接觸大氣的面塗有一層厚度可忽略不計的白漆。木材和保溫玻璃棉的熱傳導係數（thermal conductivity, k ）分別為 $0.10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 和 $0.038 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ，另外假設白漆的等效輻射熱傳量可表示為 $\dot{Q}_{12} = A h_{r,2} (T_1 - T_2)$ ，其中 A 為牆面面積， $h_{r,2}$ 為輻射熱傳係數（radiation heat transfer coefficient），其表示式為 $h_{r,2} = 5.0 \varepsilon \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ， ε 為放射率（emissivity）= 0.9。在這些給予的條件下，計算出流經此牆的熱量損失（heat loss）。（25 分）

五、一熱交換器用來作為冷媒與空氣之間的熱交換，該熱交換器與外界有非常好的隔熱裝置。如下兩圖所示，若兩流體方向不管為同向（Co-current）或逆向（Counter-current），在所有結構、尺寸及材料完全相同狀況下，何者熱傳效果較佳？並請說明原因。（10 分）

