

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。

- 一、有一空氣壓縮機，空氣進入壓縮機時是一大氣壓、 20°C ，壓縮後由一條直徑為 1 公分的圓管排出。排出口的平均空氣速度為 7 m/s、壓力為 3.5 大氣壓。假設空氣在壓縮機內被壓縮的過程為絕熱可逆過程，亦即等熵過程。請計算出口空氣溫度、出口空氣密度、出口質量流率以及壓縮機所需的功率為何？假設入口空氣的速度相對於出口非常小，可忽略。空氣的等壓比熱為 $1005 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ，等容比熱為 $717.85 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ，空氣的氣體常數為 $287 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ，一大氣壓為 $1.01\times 10^5 \text{ Pa}$ 。（15 分）
- 二、有一密閉箱子其體積為 0.28 m^3 ，箱子形狀不變且絕熱。內部充滿空氣且其壓力與溫度分別為一大氣壓與 38°C 。我們自外面伸入一螺槳在箱內轉動對空氣做功，因此箱內空氣溫度升高至 204°C 。請計算加功升熱過程中空氣所得的熱以及熵的增加量。假設箱子外的環境溫度為 21°C ，請問空氣所得的功中有多少可用能？等容比熱為 $717.85 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ，空氣的氣體常數為 $287 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ 。（20 分）
- 三、考慮一理想卡諾循環引擎，其工作流體為空氣，第一個過程為等溫加熱膨脹，第二個過程為絕熱膨脹，第三個過程為等溫移熱，最後為絕熱收縮，四個過程皆為可逆。在一開始第一個等溫膨脹過程的起始狀態為 5 bars， 550 cm^3 和 260°C ，同時在這個過程中 0.3 kJ 的熱被加入，在第二個過程最後膨脹至 5300 cm^3 。請計算在這個等溫膨脹過程結束時其體積為何？第三個過程的等溫的溫度為何？第三個過程結束其體積為何？輸出的功有多少？熱效率為何？（20 分）
- 四、考慮一塊板子其厚度為 13 mm，其熱傳導係數為 1.2 W/mK ，其底部溫度為 52°C ，上表面溫度為 70°C 。在板子上方覆蓋了一層厚 1 mm 的薄膜，其熱傳導係數為 0.05 W/mK 。薄膜上方則有熱空氣吹過，其對流熱傳係數為 $70 \text{ W/m}^2\text{K}$ 。請計算空氣的溫度為幾度？薄膜上方表面的溫度為幾度？（20 分）
- 五、試述雷諾相似律（Reynolds analogy）在強制對流的物理意義為何？這個相似律可以用來決定何種物理參數？（15 分）
- 六、考慮一雙管式冷熱水熱交換器，熱水進入其熱水管時其溫度為 85°C ，出熱水時為 50°C ，熱水的質量流率為 1.4 kg/s 。熱水管為冷水管所包覆，假設熱水管的表面總熱傳率（overall heat transfer coefficient）為 $1150 \text{ W/m}^2\text{K}$ ，其表面積為 4 m^2 ，請計算冷水所帶走的熱傳率為何？其對數平均溫度差異（log mean temperature difference）為何？熱水的定壓比熱為 $4.25 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ？（10 分）