

114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）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
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

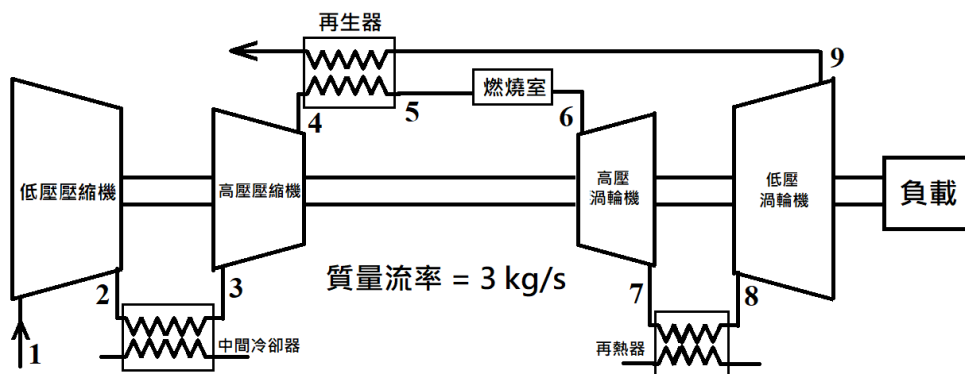
座號：_____

※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、某充填管路中氧氣以壓力 8 bar、溫度 300 K 穩態流動，聯結一體積為 0.2 m^3 ，存有 1 bar、289 K 氧氣之容器。充填時氧氣緩緩流入絕熱條件之容器，直至容器壓力達 5 bar 時將充填閥關閉，並以自然對流方式冷卻該容器至大氣溫度 289 K。氧氣之定容比熱、氣體常數分別為 917 J/(kgK) 、 260 J/(kgK) 。請計算該容器冷卻至大氣溫度時之壓力以及充填至容器中之氧氣質量。(15 分)
- 二、空氣於 1 bar， 40°C 充滿於體積為 0.04 m^3 之容器，於定容加熱至 4 bar 後，定壓冷卻至原來之溫度。請計算其淨熱量 (J) 及熵 (J/K) 變化，並於溫熵圖中繪製這些過程。(20 分)
空氣定壓比熱與氣體常數分別為 1.005 kJ/(kgK) 與 0.287 kJ/(kgK)
- 三、請於溫熵圖中繪製下圖所示之燃氣渦輪機熱力循環，並計算此燃氣渦輪機輸出功率及熱效率。燃氣定壓比熱為 1.1 kJ/(kgK) ，定壓與定容比熱之比值為 1.4。(20 分)



$P_1 = P_9 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 300 \text{ K}$
 $P_2 = P_3 = P_7 = P_8 = 2.8 \text{ bar}$
 $P_4 = P_6 = 8 \text{ bar}$
 $T_1 = T_3$
 $T_6 = 1400 \text{ K}$, $T_8 = 1200 \text{ K}$

低壓壓縮機等熵效率 = 0.85
高壓壓縮機等熵效率 = 0.8
低壓渦輪機等熵效率 = 0.95
高壓渦輪機等熵效率 = 0.9
再生器效率 = 0.8

- 四、乾度為 0.9 之 7 bar 水蒸汽於汽缸中等溫可逆膨脹至 1.5 bar，於此過程饋入汽缸之熱量為 800 kJ/kg，請計算此過程輸入或輸出之功 (kJ/kg)。(10 分)
- 蒸汽 1.5 bar，飽和溫度為 111.4°C。蒸汽內能與焓分別以 u 及 h 表示，其下標 f 與 g 分別代表飽和液體與飽和汽體狀態。蒸汽 7 bar， $u_f = 696$ kJ/kg， $u_g = 2573$ kJ/kg， $h_f = 697$ kJ/kg， $h_g = 2764$ kJ/kg，其飽和溫度為 165°C。過熱蒸汽於 7 bar 之內能與焓如下所示：

蒸汽溫度 (°C)	150	200
內能 (kJ/kg)	2580	2656
焓 (kJ/kg)	2773	2873

- 五、某直徑為 5 cm、密度 8960 kgm^{-3} 、比熱 $386 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、熱導率為 $400 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 之銅球處於熱力平衡狀態，溫度為 450°C，將此銅球投入溫度為 50°C 之油池，其降溫期間銅球表面之自然對流係數維持於 $15 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ，請計算此銅球溫度降至 100°C 所需之時間。(25 分)

- 六、某板式熱交換器採用熱傳強化技術，分別提升其高溫側與低溫側水流之熱對流係數至 Dittus-Boelter 公式值之 2.2 倍與 1.5 倍。此熱交換器高溫側與低溫側流道之水利直徑(Hydraulic diameter)均為 300 mm，板材之熱導率為 $15 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 、厚度為 5 mm、面積為 1.5 m^2 。當其高溫側與低溫側之水溫分別為 80°C 與 40°C 時，對應高溫水與低溫水之普朗特數 (Prandtl number, Pr) 分別為 2.2 與 4.3。若高溫與低溫水流之雷諾數(Re)分別為 50000 與 25000，請計算此板式熱交換器傳遞之熱傳功率 (W)。(10 分)

Dittus-Boelter 公式： $Nu = 0.023 \times Re^{0.8} Pr^n$ ，壁溫高於水溫時， $n=0.4$ ，壁溫低於水溫時， $n=0.3$ ，高溫與低溫水之導熱率均為 $0.65 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 。