

考試別：鐵路人員考試

等別：高員三級考試

類科別：機械工程

科目：熱工學

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、一汽電共生場 (cogeneration plant) 的鍋爐產生過熱蒸汽 (7 MPa, 500°C)，部分蒸汽經由膨脹閥 (expansion valve) 降壓 (500 kPa) 供應製程加熱使用，其餘蒸汽則進入渦輪機，如下圖所示。蒸汽進入渦輪機，部分蒸汽在 500 kPa 下被抽出且導入製程加熱使用，其餘蒸汽繼續膨脹做功至 5 kPa，再進入凝結器，接續經由幫浦 I 加壓至 7 MPa 進入混合槽。經由膨脹閥供應的蒸汽和渦輪機抽出的蒸汽一起供應製程加熱使用，最後形成飽和液體 (500 kPa) 進入幫浦 II，再被加壓至 7 MPa 進入混合槽。分別被幫浦 I 和幫浦 II 加壓的水，經由混合槽混合後，進入鍋爐。不考慮任何壓損 (pressure drops) 和熱損 (heat losses)，同時假設渦輪機和幫浦依循等熵過程做功，請回答下列問題：

(一)利用  $T-s$  圖分別標示此一循環的各狀態位置 (編號 1 至 11)。(15 分)

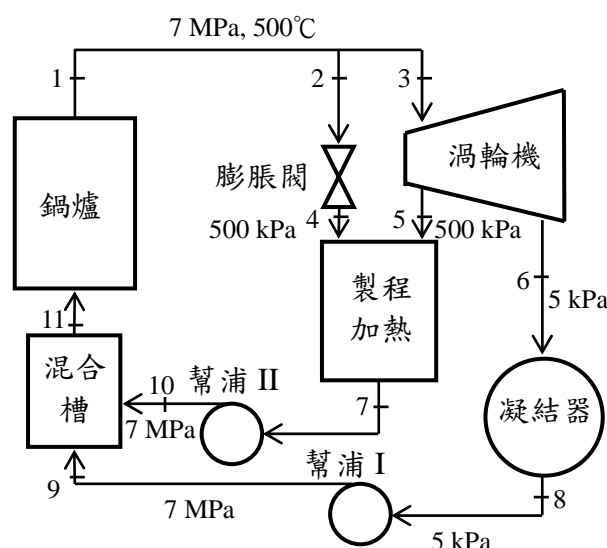
(二)分別列出幫浦 I ( $W_I$ ) 和幫浦 II ( $W_{II}$ ) 功率及製程加熱率 ( $Q$ ) 的計算式。(5 分)

(三)同時考慮製程加熱和渦輪機做功，列出此一循環的利用因子 (utilization factor) ( $\epsilon$ ) 的計算式。(5 分)

(四)列出最大製程加熱率 ( $Q_{max}$ ) 和其對應的利用因子的計算式。(5 分)

(五)若不考慮製程加熱，列出此一循環的利用因子的計算式。(5 分)

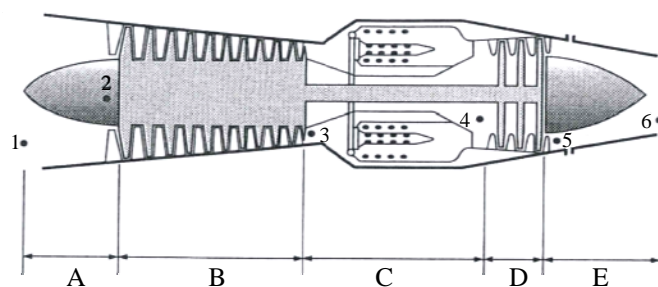
上述問題作答所需熱力性質之表示方式：以狀態 2 為例，狀態 2 之流率為  $m_2$  (kg/s)、壓力為  $P_2$  (kPa)、比容為  $v_2$  ( $m^3/kg$ )、焓值為  $h_2$  (kJ/kg)、熵值為  $s_2$  (kJ/kg K)。幫浦功率可表為  $W$  (kW)、製程加熱率則表為  $Q$  (kW)，其餘依此類推。



(請接背面)

考試別：鐵路人員考試  
 等別：高員三級考試  
 類科別：機械工程  
 科目：熱工學

二、飛機使用的渦輪噴射引擎，如下圖所示。請說明五個組件（圖中所示 A, B, C, D, E）的名稱及功能，那一種理想熱力循環可以用來表示六個狀態（圖中所示 1, 2, 3, 4, 5, 6）的熱力性質變化？請利用  $T-s$  圖標示五個組件、六個狀態及說明其對應四個熱力過程（process）的熱力性質變化。（20 分）



三、考慮一冷凍循環，冷媒（流率為 0.1 kg/s）以過熱蒸氣狀態（0.14 MPa,  $-20^{\circ}\text{C}$ ）進入壓縮機，離開壓縮機時冷媒狀態為 0.8 MPa,  $50^{\circ}\text{C}$ ，接著進入凝結器冷卻至 0.8 MPa,  $26^{\circ}\text{C}$ ，再接續膨脹閥（expansion valve）降壓至 0.14 MPa。不考慮連接管接件的壓損（pressure drops）和熱損（heat losses），利用下表所示熱力性質，請回答下列問題：  
 (一) 利用  $T-s$  圖標示此一循環的各狀態位置。（10 分）  
 (二) 計算壓縮機的輸入功率和蒸發器（evaporator）的吸熱率。（5 分）  
 (三) 計算壓縮機的絕熱效率（adiabatic efficiency）。（5 分）  
 (四) 計算此一循環的性能係數（coefficient of performance, COP）。（5 分）

$P$ (MPa)	$T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$h$ (kJ/kg)	$s$ (kJ/kg K)
0.14	-20	179.01	0.7147
0.8	60	220.72	0.7474
0.8	50	213.45	0.7253
0.8	40	206.07	0.7021
0.8	26	60.68	0.2271

四、請說明四行程汽油引擎的四個行程（stroke）和空氣標準鄂圖循環（simple air-standard Otto cycle）的四個過程（process），並比較說明上述四個行程和四個過程的相關性。（20 分）