

類 科：核子工程  
科 目：工程熱力學  
考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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)本科目得以本國文字或英文作答。

- 熱力狀態函數： $\zeta = f(\xi, \phi)$ ； $\xi$  及  $\phi$  代表兩個獨立的熱力性質
- 飽和狀態： $\zeta = \zeta_f(1-x) + x\zeta_g$ ； $\zeta : u, v, h, s$
- 質量方程式：

$$\sum_{inlet} \dot{m} - \sum_{exit} \dot{m} = \frac{dm_{sys}}{dt}$$

- 能量方程式：

$$\dot{Q} - \dot{W} + \sum_{inlet} \dot{m}(h + e_k + e_p) - \sum_{exit} \dot{m}(h + e_k + e_p) = \frac{dE_{sys}}{dt}$$

- 符號說明表

符號	說明	符號	說明
$E_{sys}$	系統總能量	$s$	比熵 (specific entropy)
$e_k$	比動能 (specific kinetic energy)	$T$	溫度
$e_p$	比位能 (specific potential energy)	$t$	時間
$h$	比焓 (specific enthalpy)	$u$	比內能 (specific internal energy)
$\dot{m}$	質量流率	$v$	比容 (specific volume)
$P$	壓力	$\dot{W}$	功率
$\dot{Q}$	熱功率	$x$	乾度
下標			
$f$	液相	$g$	汽相

一、請解釋何謂熱力狀態函數： $\zeta = f(\xi, \phi)$ 某純物質可以經由兩個獨立的熱力性質 $\xi$ 及 $\phi$ 去得到該狀態的所有其他熱力性質 $\zeta$ 。又為何強調必須是兩個獨立的熱力性質？(15分)

二、依據試題卷所給的質量與能量守恆方程式，請描述將下面題目的質量與能量方程式簡化到最終的特定方程式 (Specific equations)；並請描述如何解得答案：

水蒸汽以相對可忽略的速度進入一絕熱的渦輪機，當時的狀態是 20 MPa 及 600°C，離開渦輪機時的壓力是 10 kPa，速度是 180 m/s，流量是 5.1 kg/s；渦輪機作功 1500 kW。假設為穩定流，同時假設你有軟體可以求得熱力性質，請問出口的溫度為何？(20分)

三、一個由兩個等壓及兩個等熵過程所組成的穩定步雷登循環 (Brayton cycle) 使用空氣作為工作流體。它的高低壓力比為 9.0。壓縮機的入口狀態為  $P = 100 \text{ kPa}$  及  $T = 310 \text{ K}$ ，經由燃燒室加熱到出口  $T = 1200 \text{ K}$ 。假設所有元件的出入口動能與位能的變化都遠小於焓的變化量；同時假設你有軟體可以求得熱力性質，請描述你如何求得渦輪機每單位流體質量的作功。並請將此循環繪於  $T-s$  圖上。如果熱源及熱沉都維持等溫，分別為  $T_H = 1400 \text{ K}$  及  $T_L = 300 \text{ K}$ ，請也將不可逆性的區域在  $T-s$  圖上示意出來。(25 分)

四、一個密封絕熱之不銹鋼桶內體積為  $1 \text{ m}^3$ ，裝有  $800 \text{ kg}$ ，起始狀態為常壓及溫度為  $20^\circ\text{C}$  的水，經由一  $10 \text{ kW}$  的電熱器加熱。假使該不銹鋼桶能承受的極限壓力是  $1 \text{ MPa}$ 。假設你有軟體可以求得熱力性質，請敘述你的方法，以求得該不銹鋼桶能夠承受多久的加熱時間？(25 分)

五、請將下圖的溫度-熵 ( $T-s$ ) 圖轉換成壓力-比容 ( $P-v$ ) 圖及溫度-比容 ( $T-v$ ) 圖。建議你將有關的參考線也繪出。圖中的流體為水，所有的過程均為等溫或等熵。(15 分)

