

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： $\zeta = f(\xi, \phi)$ ； ξ 及 ϕ 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 ξ 及 ϕ 去得到該狀態的所有其他熱力性質 ζ 。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 m^3 ，裝有 800 kg ，起始狀態為常壓及溫度為 20°C 的水，經由一 10 kW 的電熱器加熱。假使該不銹鋼桶能承受的極限壓力是 1 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)

