

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)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、考慮一密閉容器體積為 5m^3 ，在 0.1MPa 壓力下容器內含 0.05m^3 飽和液體水和 4.95m^3 飽和水蒸氣。將熱傳入容器內使得容器內充滿飽和水蒸氣，請問容器內最終蒸氣壓力為何？若省略動能和位能變化，請計算此一傳熱過程所需的熱傳量（請利用下表所列水的熱力性質表估算）。（20 分）

飽和蒸氣壓力	飽和溫度	比容 (Specific Volume)		內能 (Internal Energy)	
		飽和液體水	飽和水蒸氣	飽和液體水	飽和水蒸氣
P (MPa)	T (°C)	v_f (m^3/kg)	v_g (m^3/kg)	u_f (kJ/kg)	u_g (kJ/kg)
0.100	99.62	0.001043	1.6940	417.33	2506.1
1.75	205.76	0.001166	0.11349	876.44	2597.8
2.00	212.42	0.001177	0.09963	906.42	2600.3
2.25	218.45	0.001187	0.08875	933.81	2602.0
2.50	223.99	0.001197	0.07998	959.09	2603.1

- 二、針對一化學組成固定的單純可壓縮物質 (simple compressible substance)，Maxwell 關係式將其熱力性質 P ， v ， T 和 s 的變化關聯在一起，請推導 Maxwell 關係式。利用 Maxwell 關係式說明水的熵值變化： 0°C 時，壓縮液體狀態熵值大於飽和液體狀態熵值，而且隨著壓力增加而變大；反之，其他溫度如 20°C 時，壓縮液體狀態熵值小於飽和液體狀態熵值，而且隨著壓力增加而變小。（20 分）
- 三、在絕熱系統（與週界沒有傳熱）內，考慮一 538°C 高溫蓄熱池 (high-temperature thermal reservoir) 將熱量 1500kJ 傳給一 260°C 低溫蓄熱池 (low-temperature thermal reservoir)，請計算此一傳熱過程所產生的整體熵值變化 (the change in entropy of the universe)。針對此一傳熱過程，在固定傳熱量下如何降低整體熵值變化，說明其意義。（15 分）
- 四、請繪圖表示下列循環，標示相關組件，並輔以 $T-s$ 圖說明其優越性。
 (一) Rankine 再熱循環 (reheat cycle) (10 分)
 (二) Rankine 再生循環 (regenerative cycle)，僅考慮使用開放式給水加熱器型式 (open feedwater heater) (10 分)
- 五、複循環 (combined cycle) 發電系統係利用一熱交換器結合 Brayton 燃氣循環和 Rankine 蒸氣循環而得，請繪圖說明並標示相關組件。假設 Brayton 燃氣循環的輸入熱量為 790.58kJ/kg of gas，淨輸出功為 210.63kJ/kg of gas，而 Rankine 蒸氣循環的淨輸出功為 1331.4kJ/kg of steam。Brayton 燃氣循環的燃氣進入熱交換器前的焓值為 880.14kJ/kg of gas，出口端則降為 451.80kJ/kg of gas；Rankine 蒸氣循環的水進入熱交換器前的焓值為 144.85kJ/kg of steam，出口端則上升到 3410.3kJ/kg of steam。請計算此一複循環發電系統的熱效率。（25 分）