

※ 考生請注意：本試題不可使用計算機。請於答案卷(卡)作答，於本試題紙上作答者，不予計分。

作答時，按邏輯順序逐一條列你的說明、理由或計算過程，請勿潦草難辨。

僅有答案沒有過程解釋將不予計分!

一、(15%)

A rigid and insulated container is divided by a partition, one side is vacuum, the other side is filled with a gas of  $P=2.0$  bar,  $T=400$  degree K and volume  $V=20$  liters. When the partition is removed, the final pressure becomes 1.0 bar, what is the final volume and final temperature?

二、(10%)

在某個炎熱夏天的日子，有一廠商拜訪你，說開發了某種高效率熱機 (heat engine)，詢求你的參予。廠商告訴你，熱機的操作極溫可達 600 度 K，他們也告訴你那天中午的熱機測試顯示，每 100 單位的燃燒熱能投入可以得到 55 個單位的電能。技術上，你會接受這陳述嗎？請說明你的推論依據。

三、(25%)

理想熱力循環 Rankine cycle 是由兩個等壓及兩個 isentropic 共四個過程所構成。

- 1) 在 boiler 有 superheat 的情況下，在 T-s 圖上請畫出熱力循環圖並標示狀態 1-2-3-4-1。自常溫、常壓 saturated water 開始 (pump 入口，狀態 1)。
- 2) 熱力學告訴我們每個熱力狀態(state)需要 2 個 properties 來定義，因此，四個過程 4x2 共需要 8 個 properties 來定義。自常溫、常壓 saturated water 開始 (pump 入口，狀態 1)，我們至少還要設定幾個 properties 才能把此一熱循環定義清楚？設在哪一個 components?
- 3) 在此循環之最高溫度不變的情況下，提高最高壓，對循環的影響優、缺點是甚麼？(例如，效率、淨功輸出...)

※ 考生請注意：本試題不可使用計算機。請於答案卷(卡)作答，於本試題紙上作答者，不予計分。

四、 For metallurgical reasons, the temperature of the gaseous combustion products entering the turbine must be limited. To enhance the net power output and/or the thermal efficiency of a gas turbine (on an ideal Brayton cycle),

- a). intercooling, (8 %)
- b). reheating, and (8 %)
- c). regeneration, (8 %)

are typically employed. Please discuss their effects on the the net power output and thermal efficiency of the cycle on  $T$ - $s$  diagrams.

五、 Thermodynamic properties can be evaluated using the specific heats  $c_p$  or  $c_v$ , and  $p$ - $v$ - $T$  data.

- a). Show that (6 %)

$$dh(T, p) = c_p dT + \left[ v - T \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p \right] dp,$$

- b). Show that the enthalpy  $h$  of an *ideal gas* is a function of temperature only,  $h = h(T)$ . (6 %)
- c). The enthalpy of a *real gas*, in general, depends on the pressure as well as on the temperature. Please devise a way to evaluate the change in enthalpy of a *real gas* associated with a change of state from  $(T_1, p_1)$  to  $(T_2, p_2)$ . Describe in a  $T$ - $s$  diagram how you would find enthalpy changes. (14 %)