

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、請以熱力學的觀點闡釋下列問題：

- (一)能量既然是守恆（不減）的，為何會有能源問題？（6分）
- (二)能量顯然無法反映能源的消耗，有何性質是更好的衡量？（8分）
- (三)熱與溫度本身有關嗎？請舉一實例來佐證你的觀點。（5分）

二、請回答下列問題：

- (一)簡述熱力學第一定律。有何熱力學性質是由此定律導出？（3分）
- (二)簡述熱力學第二定律。有何熱力學性質是由此定律導出？（7分）
- (三)氣體在同一活塞-氣缸組合內膨脹，絕熱過程和等溫過程何者所作的功較多？為什麼？（6分）

三、當流體膨脹流經多孔塞（或閥）到低壓區的過程，即為節流過程（throttling process）；由於流體的焓幾乎維持在定值，因此，節流過程可用來量測焦耳湯姆孫係數（Joule-Thomson coefficient）

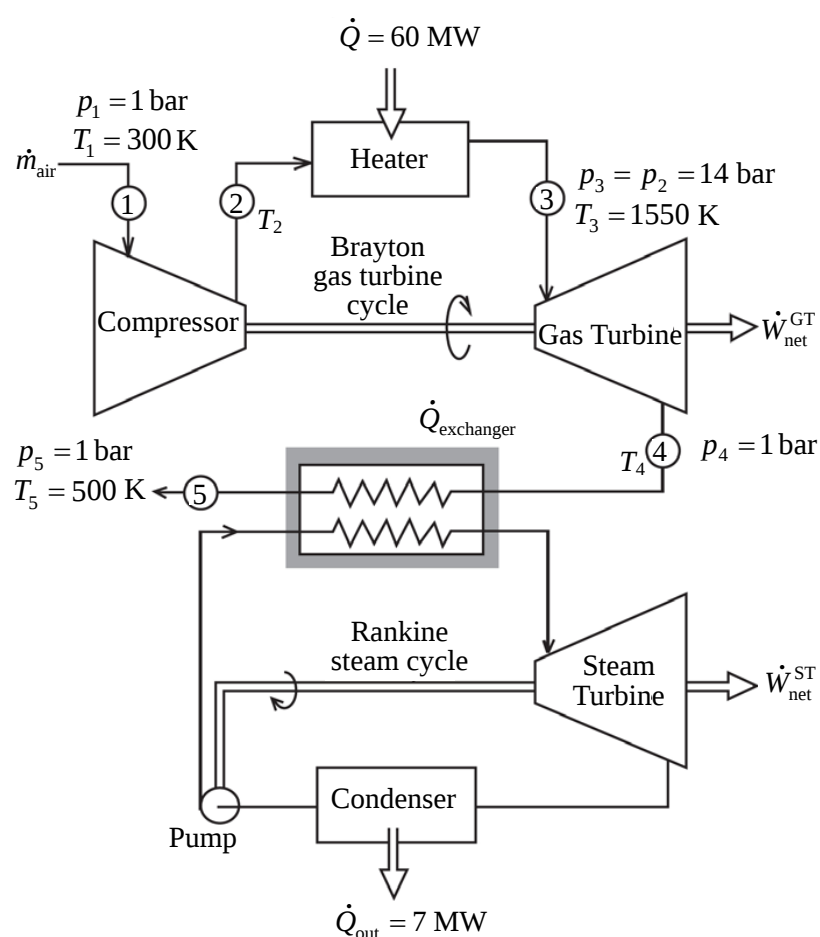
$$\mu_J \equiv \left. \frac{\partial T}{\partial p} \right)_h$$

- (一)在節流過程中的某狀態， $\mu_J > 0$ ，溫度是在上升或下降？（2分）
- (二)請推導 μ_J 與物質的定壓比熱 c_p 及 $p-v-T$ 性質的關係。（10分）
- (三)一氣體的物態方程式為 $p(v-b)=RT$ ，（ b 是正常數），在節流膨脹過程中，此氣體的溫度是否有可能下降？（5分）
- (四)節流過程是否可降低理想氣體的溫度？為什麼？（5分）
- (五)在節流過程中，一理想氣體的壓力由 p_1 降為 p_2 ，請推導出熵的變化量。根據你的結果，此過程是否可逆？（8分）

(請接背面)

類 科：核子工程
科 目：工程熱力學

四、圖示複循環是理想布累登循環 (Brayton cycle) 和理想郎肯循環 (Rankine cycle) 的結合。燃氣輪機的廢熱經熱交換器傳遞給蒸氣循環。若忽略動能和位能，空氣可視為理想氣體且 $c_p = 1 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ， $k = 1.4$ 。請計算：(每小題 5 分，共 35 分)



- (一) 壓縮機出口溫度 T_2 。
- (二) 布累登循環的空氣質量流率 $\dot{m}_{\text{air}}$ 。
- (三) 燃氣輪機的出口溫度 T_4 。
- (四) 布累登循環的淨動力輸出 $\dot{W}_{\text{net}}^{\text{GT}}$ 。
- (五) 熱交換器的熱傳遞量 $\dot{Q}_{\text{exchanger}}$ 。
- (六) 郎肯循環的淨動力輸出 $\dot{W}_{\text{net}}^{\text{ST}}$ 。
- (七) 複循環的總熱效率。

[提示] 理想氣體經可逆絕熱過程的關係式 ($k = c_p / c_v$ 固定)

$$pv^k = \text{constant}, \quad Tv^{k-1} = \text{constant}, \quad T/p^{(k-1)/k} = \text{constant}$$