

解題時，你可以使用下列關係式：

$$Tds = du + pdv = dh - vdp$$

或

$$ds = \frac{c_v}{T} dT + \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_v dv = \frac{c_p}{T} dT - \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p dp$$

1. (25 points)

有一壓縮機 (compressor)，假設其全壓力比 (total pressure ratio) 為  $\pi_c$ ，而其壓縮過程為絕熱但不可逆 (adiabatic but irreversible)，現定義其非等熵過程效率 (polytropic efficiency)  $e_c$  為

$$e_c = \frac{\text{微量壓力改變之理想壓縮所需的功}}{\text{微量壓力改變之實際壓縮所需的功}} \\ = \frac{\text{ideal work of compression for a differential pressure change}}{\text{actual work of compression for a differential pressure change}}$$

另定義其等熵過程效率 (isentropic efficiency)  $\eta_c$  為

$$\eta_c = \frac{\text{定 } \pi_c \text{ 之理想壓縮功}}{\text{定 } \pi_c \text{ 之實際壓縮功}} \\ = \frac{\text{ideal work of compression for given } \pi_c}{\text{ideal work of compression for given } \pi_c}$$

請問

- 若將此 polytropic 過程表成  $pv^n = \text{constant}$  則此  $n$  為何？
- $\eta_c$  與  $e_c$  之關係為何？

2. (25 points)

有許多人說事實上也的確如此，即地球的氣溫比過去提高，尤其是工業化以後，請將地球當作一個系統 (system)，

- 請純以熱力學觀點、定理 (如第零、第一及第二定理) 與參數 (parameters)，不用考慮其他因素，闡釋此一升溫的現象與可能原因。
- 進一步考慮地球上人口數一直增加，而且工業化以後人口增加快速，同樣以熱力學觀點與定理討論此升溫現象與原因。

3. (25 points)

- 試以  $T-S$  或  $P-V$  圖分別解釋在 Otto cycle 及 Brayton cycle 中，熱效率 (thermal efficiency) 與加壓過程的最後壓力之間的關係。
- 請闡釋 (往復式及氣渦輪發動機) 的高壓限制為何？

4. (25 points)

For a gas obeying

$$z = 1 + \frac{bp}{RT},$$

determine the relations between  $p$  and  $v$  in isentropic process for which both  $b$  and  $c_v$  (or  $c_p$ ) are constants.