

每題 20 分，計五題共 100 分

- (1) 熱電偶之電動力 (electromotive force, emf) 可以下式來表示：

$$\mathcal{E} = a + b(t - t_0) + c(t - t_0)^2$$

其中 a, b, c 是熱電偶常數， t 是攝氏溫度，下標 0 是指相對於冰點， 0°C 或 273.15°K ， \mathcal{E} 是 emf，請問

- (a) 如何以 a, b, c 來定義一個與 \mathcal{E} 成線性比例的百分溫度計 (在冰點與沸點之間 100 度)。
- (b) 如何以 a, b, c 和 T (T 是 Kelvin 溫度) 來表示 \mathcal{E} 呢？在絕對零度時 \mathcal{E} 如何表示？
- (c) 假如我們定義一個 θ 溫度尺標為 $\frac{\theta}{\theta_i} = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_i}$ ，其中 $\theta_i = 200$ ，當 $t = -100^\circ\text{C}$ 時 θ 值如何？
- (2) (a) 為更精確表示出狀態方程式 (equation of state) 常把狀態方程式表成 virial 形式，請把狀態方程式表成 virial form。
- (b) Clausius 把分子本身所佔有體積扣除，使得狀態方程式，似乎更合理，請把 Clausius 狀態方程式表示出來。
- (c) Van der Waals 除了把分子體積考慮進去之外，更把分子間作用也考慮進去，請把 Van der Waals 狀態方程式表示出來。
- (d) 請把理想氣體，Clausius, Van der Waals 等狀態方程式相對應於 Virial form 的各個所謂 virial 係數 (coefficients) 表示出來。
- (e) 請劃出理想氣體的 PVT 曲面 (立體) 圖，其上並標出等溫線。
- (f) 請劃出 Van der Waals 氣體的 PVT 曲 (立體) 圖，其上並標出等溫線。

- (3) 有兩塊金屬重 3kg ，比熱值為 $1.2\text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ ，分別為 400°C 與 200°C ，

- (a) 請問若其間加上一條理想導線，或加上一個 Carnot engine，或同時加上一個 Carnot engine 和一個 Carnot heat pump，三者最後狀態有何不同？
- (b) 功輸出有何不同？
- (c) 請以熵 (entropy) 來解釋上兩個子題。

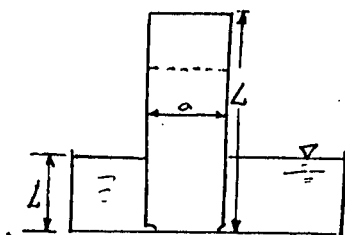
(4). (a) 假設氣體為理想氣體，試證明

$$\left(\frac{\partial \kappa}{\partial V}\right)_T \left(\frac{\partial \rho}{\partial P}\right)_T = 0$$

b. 假設氣體為可壓縮氣體，試證明

$$\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_P \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V - \left(\frac{\partial C_P}{\partial P}\right)_V \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P = (C_P - C_V) \frac{\partial^2 T}{\partial P \partial V} - 1$$

(5)



有一位母親，將一瓶消毒到 $T_0 = 100^\circ\text{C}$ 之空玻璃瓶（長 l ，內徑 a ）放入一個內徑為 A 的一個大鍋中，其內有與外界同溫的水（水高 L ，溫度 $T = 25^\circ\text{C}$ ），她發現，慢慢的瓶內的水面會比鍋內的水面高，而在一段比較長的時間之後，請問：

- 您如何以熱力學觀點來解釋這個現象，請儘量以熱力學語言描述。
- 最後的瓶內水面會比鍋外高出多少？
- 假設瓶子很長，設若 $l = 60\text{m}$ ，則您由 (b) 算出的水面差有多少，您的答案合理嗎？若不合理原因是什麼？您如何修正 (b) 的計算呢？