

109年專門職業及技術人員高等考試建築師、32類科技師  
(含第二次食品技師)、大地工程技師考試分階段考試  
(第二階段考試)暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試、  
109年第二次專門職業及技術人員特種考試驗光人員考試試題

等 別：高等考試  
類 科：機械工程技師  
科 目：熱力學與熱傳學（包括熱機）  
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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、一個封閉熱力系統經過三個連續熱力過程（process）所組成的熱力循環（cycle），這三個過程的加熱分別是  $Q_1 = 10 \text{ kJ}$ ， $Q_2 = 30 \text{ kJ}$ ， $Q_3 = -5 \text{ kJ}$ 。在第一個過程中，系統的能量變化為  $\Delta E = 20 \text{ kJ}$ 。第三個過程中系統的能量變化為  $\Delta E = -20 \text{ kJ}$ 。

請問：（每小題 5 分，共 15 分）

(一)封閉系統的熱力學第一定律的公式為何？

(二)第二個過程的系統的功是多少？

(三)另外整個熱力循環所產生的淨功是多少？

二、考慮一噴嘴，空氣經過此一噴嘴時以等熵絕熱膨脹。在噴嘴入口處，空氣狀態為  $1359 \text{ kPa}$ ，溫度為  $150^\circ\text{C}$ ，速度非常小，幾乎可忽略。在出口處空氣狀態為  $680 \text{ kPa}$ 。（空氣的  $C_p$  為  $1.01 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ ， $C_p/C_v = 1.4$ ）

請問：（每小題 5 分，共 10 分）

(一)出口處的空氣溫度是多少？

(二)出口處的空氣速度是多少？

三、空氣流動進入一個渦輪機。入口狀態是  $350 \text{ kPa}$  和  $550^\circ\text{C}$ ，出口壓力為  $100 \text{ kPa}$ 。入口的速度為  $30 \text{ m/s}$ ，出口是  $300 \text{ m/s}$ 。假設是一個等熵絕熱過程。

請問：（每小題 5 分，共 15 分）

(一)出口溫度？

(二)比焓的入出口變化？

(三)渦輪機每公斤空氣輸出的功是多少？

- 四、考慮一個不變形且絕熱的盒子，裡面有空氣，體積為  $0.1 \text{ m}^3$ 。壓力為  $100 \text{ kPa}$ ，溫度為  $300 \text{ K}$ 。如果對盒內空氣加入輪槳功 (Paddle-wheel work)，使得盒內空氣溫度上升至  $500 \text{ K}$ 。(空氣的氣體常數為  $287 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ ， $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ ) 請問如果環境溫度為  $25^\circ\text{C}$ ：(每小題 5 分，共 20 分)
- (一) 盒子內的空氣質量？
  - (二) 加入的功有多少？
  - (三) 熵增加多少？
  - (四) 其可用能 (available energy) 有多少？
- 五、 $25^\circ\text{C}$  的空氣吹過表面溫度為  $300^\circ\text{C}$ ，大小為  $75 \text{ cm}\times 80 \text{ cm}$  的平板。空氣的對流熱傳係數為  $25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 。求一小時後空氣帶走多少熱量？(5 分)  
請列出計算公式。(5 分)
- 六、考慮一中空長圓柱體，內半徑為  $r_i$ ，外半徑為  $r_o$ ，長度為  $L$ 。內徑和外徑的溫度差為  $T_i - T_o$ 。
- 請問：(每小題 5 分，共 10 分)
- (一) 一般的熱傳問題中熱阻是如何計算？請列出公式。
  - (二) 在這個中空圓柱體問題中，如果只考慮徑向熱傳導，且圓柱體的傳導熱傳係數以  $k$  表示，請問熱阻在這個問題的計算公式為何？
- 七、試解釋下列熱傳物理名詞及其意義，如果有公式請一併列出：  
(每小題 5 分，共 20 分)
- (一) Nusselt number。
  - (二) Prandtl number。
  - (三) 熱邊界層。
  - (四) 接觸熱阻。