

113 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試
類 科：機械工程
科 目：熱力學

李函老師

一、有一個汽缸活塞系統，汽缸內有空氣，其壓力恆為 150 kPa，假設空氣的質量為 0.05 kg， C_p 、 C_v 分別為 1.004 kJ/kg·K 和 0.7176 kJ/kg·K。當系統溫度由 285K 加熱至 550K。試求這個等壓過程中：(每小題 5 分，共 15 分)

- (一)加入的熱是多少？
- (二)有多少功被完成？
- (三)焓的變化為何？

1.《考題難易》：★
2.《解題關鍵》：理想氣體及封閉系統等壓過程熱力學第一定律之應用

【擬答】：

(一) $Q - W = \Delta U = U_2 - U_1$ ，其中 $W = \int_1^2 P dV = P(V_2 - V_1)$
 $\therefore Q = \Delta U + W = (U_2 - U_1) + P(V_2 - V_1) = H_2 - H_1 = \Delta H = mC_p\Delta T = 13.3kJ$
其中正號表示輸入熱

(二) $W = \int_1^2 P dV = P(V_2 - V_1)$ ，其中 $\begin{cases} V_1 = \frac{mRT_1}{P_1} = \frac{mRT_1}{P} = 0.0272m^3 \\ V_2 = \frac{mRT_2}{P_2} = \frac{mRT_2}{P} = 0.0525m^3 \end{cases}$ ，故 $W = 3.8kJ$

(三) $\Delta H = mC_p\Delta T = 13.3kJ$

志光 學儒 保成

工科上榜養成規劃

- 法科架構班**
結合實務例子
建構法科概念
- 扎實正規班**
完整堂數
循序漸進
- 獨家 進階課程**
圖解階段複習
解題技巧灌輸
- 工科全科班**
公職+國營
一次到位
- 主題題庫班**
主題教學
考點分析
- 精華總複習**
掌握考點
增強實力
- 全真模擬考**
比照真實考試
檢視應考實力
- 考前關懷講座**
名師最終提點
觀念更加清晰

詳細課程內容，歡迎至志光學儒保成全國門市洽詢

公職王歷屆試題 (113 地方特考)

二、若對一汽缸活塞系統內部的某種特殊氣體 ($R=2.1 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$) 施以定壓壓縮，並且過程中也有熱的交換，該特殊氣體行為遵守理想氣體定律。內部氣體的質量為 0.3 kg ，起始溫度為 280 K ，整個施壓過程為等溫，起始壓力為 1 大氣壓，最後壓力為原來的一倍。試求：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)過程中氣體內能變化為多少？
- (二)最後體積為多少？
- (三)過程中所完成的功有多少？
- (四)過程中熱的交換有多少？

1.《考題難易》：★★

2.《解題關鍵》：理想氣體及封閉系統等溫過程熱力學第一定律之應用

【擬答】：

(一) $\Delta U = mC_v\Delta T = 0$ (等溫過程)

(二)設 $P_1 = 1 \text{ atm} = 101.3 \text{ kPa}$ ， $P_2 = 2P_1$

$$P_1 v_1 = mRT_1 \Rightarrow v_1 = 1.74 \text{ m}^3, \text{ 等溫過程 } P_1 v_1 = P_2 v_2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\therefore 2 = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow v_2 = \frac{v_1}{2} = 0.87 \text{ m}^3$$

(三) $W = \int_1^2 P dV = \int_1^2 \frac{C}{V} dV = P_1 v_1 \ln\left(\frac{v_2}{v_1}\right) = mRT_1 \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right) = 122.27 \text{ kJ}$ ，其中正號為輸出功

(四) $Q - W = \Delta U = 0 \Rightarrow Q = W = 122.27 \text{ kJ}$ ，其中正號為輸入熱

三、有一個渦輪機，其工作時通過的空氣 ($C_p=1.0047 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ， $R=0.287 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$) 質量流率為 $5,000 \text{ kg/min}$ 。基本上當空氣通過這個渦輪機時等於完成一個多變過程 (polytropic process)，其 n 值為 1.45 。渦輪機入口的壓力為 425 kPa ，出口壓力為 101 kPa ，同時入口溫度為 $1,400 \text{ K}$ 。試求：(每小題 5 分，共 25 分)

- (一)出入口的比容變化比例為何？
- (二)出口的溫度為何？
- (三)空氣經過這個渦輪機，其總焓的變化率為多少？
- (四)此渦輪機的功率為何？
- (五)此渦輪機跟環境的熱交換率是多少？

1.《考題難易》：★★

2.《解題關鍵》：理想氣體及開放系統穩流多變過程熱力學第一定律之應用

【擬答】：

(一) $Pv^n = c \Rightarrow P_1 v_1^n = P_2 v_2^n \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}}$ ，其中 $v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = 0.9454 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$\therefore v_2 = v_1 \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}} = 2.5469 \text{ m}^3/\text{kg}, \text{ 故 } \Delta v = v_2 - v_1 = 1.6015 \text{ m}^3/\text{kg}$$

(二) $P_2 v_2 = RT_2 \Rightarrow T_2 = 896.3 \text{ K} = 623.3^\circ\text{C}$

(三) $\Delta \dot{H} = \dot{m}C_p\Delta T = -42170.6 \text{ kW}$

(四) $\dot{W}_t = \dot{m}w_t = \dot{m}w_{out} = \dot{m}(-w_{in}) = \dot{m} \left[-\frac{n}{n-1}(P_2 v_2 - P_1 v_1) \right]$

$$\therefore \dot{W}_t = \dot{m} \left[-\frac{nR}{n-1}(T_2 - T_1) \right] = 38816 \text{ kW}$$

(五) $\dot{Q} - \dot{W} = \Delta \dot{H}$ ，其中 $\dot{W} = \dot{W}_t = 38816 \text{ kW}$ ， $\Delta \dot{H} = -42170.6 \text{ kW}$

$$\therefore \dot{Q} = -3354.6 \text{ kW}, \text{ 其中負號表示輸出熱}$$

公職王歷屆試題 (113 地方特考)

四、有一個卡諾循環引擎，其工作物質為空氣，總質量為 0.1 kg。其循環包括四個過程，第一個過程為等高溫加熱，第二個過程為等熵膨脹，第三個過程為等低溫排熱，第四個過程為等熵壓縮。在此循環過程中，最大的壓力為 $9 \times 10^3 \text{ kPa}$ ，發生在一開始。最高溫度為 900 K，也是在一開始。最低溫度為 300 K。第一個過程中加入熱量為 5 kJ。試求：

(每小題 5 分，共 20 分)

- (一) 一開始空氣之體積為多少？
- (二) 第一個加熱過程結束後，空氣體積變成多少？
- (三) 此卡諾循環的效率是多少？
- (四) 此循環最後會產生多少淨功？

1. 《考題難易》：★★

2. 《解題關鍵》：理想氣體及卡諾熱機之應用

【擬答】：

$$(一) P_1 V_1 = mRT_1 \Rightarrow V_1 = 0.00287 \text{ m}^3$$

$$(二) Q_{12} - W_{12} = \Delta U_{12} = mC_v(T_2 - T_1) = 0, \text{ 其中 } T_1 = T_2 = T_H, Q_{12} = Q_{in}$$

$$\therefore Q_{in} = W_{12} = \int_1^2 P dV = P_1 V_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = mRT_H \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \Rightarrow V_2 = 0.00348 \text{ m}^3$$

$$(三) \eta_c = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 66.67\%$$

$$(四) \eta_c = \frac{W_{out,net}}{Q_{in}} \Rightarrow W_{out,net} = 3.33 \text{ kJ}$$

五、有一空氣 ($C_p = 1.0047 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$) 系統，其質量為 0.3 kg。此空氣系統經過一個可逆加熱過程，加入的熱為 400 kJ，過程中壓力保持固定，起始溫度為 500 K。假設環境溫度為 300 K，試求：

- (一) 加熱過程後溫度變成幾度？(5 分)
- (二) 加熱過程後，熵增加多少？(5 分)
- (三) 此過程加入的熱，可用能有多少？(5 分)
- (四) 不可用能有多少？(5 分)

1. 《考題難易》：★★★★★

2. 《解題關鍵》：理想氣體、熵增加原理及可用能之應用

【擬答】：

$$(一) Q - W = \Delta U, \text{ 其中 } W = \int_1^2 P dV = P \Delta V$$

$$\therefore Q = \Delta U + W = \Delta H = mC_p(T_2 - T_1) \Rightarrow T_2 = 1827.1 \text{ K} = 1554.1^\circ\text{C}$$

$$(二) S_{gen} = m(s_2 - s_1) = m\left(C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}\right) = mC_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 0.3906 \text{ kJ/K}$$

$$(三) X_{heat} = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) Q = 160 \text{ kJ}$$

$$(四) X_{destroyed} = T_0 S_{gen} = 117.18 \text{ kJ}$$