

# 111 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

李函老師解題

一、氮氣在一剛性容器內，體積為  $0.2 \text{ m}^3$ ，壓力為  $1.013 \text{ bar}$ ，溫度為  $15^\circ\text{C}$ 。試求溫度上升至  $146^\circ\text{C}$  時的壓力、該過程的內能變化、焓變化及熵變化。氮氣的分子量為 28，比熱比為 1.41，可視氮氣為理想氣體，通用氣體常數為  $8.314 \text{ kJ}/(\text{kmole} \cdot \text{K})$ 。(25 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★

《破題關鍵》理想氣體狀態方程式及內能變化、焓變化與熵變化公式之應用

【擬答】

$$1. R = \frac{R_u}{M} = 0.2969 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot \text{K} \text{ , 故 } P_1 \nabla_1 = mRT_1 \Rightarrow m = 0.237 \text{ kg}$$

$$\therefore \frac{P_2 \nabla_2}{P_1 \nabla_1} = \frac{mRT_2}{mRT_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow P_2 = 1.474 \text{ bar}$$

$$2. C_v = \frac{R}{k-1} = 0.724 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot \text{K} \text{ , } C_p = \frac{kR}{k-1} = 1.021 \text{ kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$$

$$(1) \Delta U = mC_v \Delta T = mC_v (T_2 - T_1) = 22.48 \text{ kJ}$$

$$(2) \Delta H = mC_p \Delta T = mC_p (T_2 - T_1) = 31.7 \text{ kJ}$$

$$(3) \Delta S = m(C_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1}) = 0.064 \text{ kJ}/\text{K} \text{ 或 } \Delta S = m(C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}) = 0.064 \text{ kJ}/\text{K}$$

二、什麼是熱與功？請敘述兩者相似的地方。(15 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★

《破題關鍵》功與熱之異和同

【擬答】

1.

(1) 功：施一力於系統邊界上，使系統與外界產生交互作用，而此效應可表示為重物之舉起，或是經過距離所產生之能量傳遞，則稱此系統對外界作功。

(2) 熱：系統與外界之間或者系統與系統之間有溫差存在，導致兩者間之能量傳遞，此能量稱為熱。

2. 功與熱兩者相似的地方：

(1) 均屬於暫態現象。

(2) 均屬於邊界現象。

(3) 均屬於路徑函數。

(4) 均屬於非正合微分。

公職王歷屆試題 (111 地方特考)

三、一部燃氣渦輪機中的一離心式空氣壓縮機，從大氣壓力 (1 bar) 及溫度 (300 K) 接收空氣。該壓縮機出口的壓力為 5 bar、溫度為 460 K 和速度為 100 m/s。進入該壓縮機的空氣質量流率為 15 kg/s。試求驅動該壓縮機所需的功率，空氣的等壓比熱為 1.004 kJ/(kgK)，視空氣為理想氣體。(20 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★

《破題關鍵》開放系統穩流過程熱力學一定律之應用

【擬答】

$$\dot{Q} - \dot{W} = \dot{m}(\Delta h + \Delta ke + \Delta pe)$$

$$\text{其中(1)} \dot{Q} = 0$$

$$(2) \dot{W} = -\dot{W}_{in} = -\dot{W}_c$$

$$(3) V_1 = 0$$

$$(4) \Delta pe = 0$$

$$\therefore \dot{W}_c = \dot{W}_{in} = \dot{m} \left[ C_p(T_2 - T_1) + \frac{1}{2}V_2^2 \right] = 2484.6 \text{ kW}$$

四、當房間外的溫度為 33 °C，使用一部冷氣機維持房間溫度為 26 °C。該房間經由牆壁及窗戶獲得 750 kJ/min 的傳熱率及房間內由人、電燈及電器裝置獲得的熱產生率為 750 kJ/min。試求該冷氣機所需的最低功率。(20 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★

《破題關鍵》熱力學第二定律之冷機的應用

【擬答】

$$\dot{Q}_L = 1500 \text{ kJ/min} = 25 \text{ kW}$$

$$\therefore COP_R = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{in}} = \frac{T_L}{T_H - T_L} \Rightarrow \dot{W}_{in} = 0.585 \text{ kW} = 35.1 \text{ kJ/min}$$

五、蒸汽動力廠的基本循環不是以蒸汽卡諾循環運行，請說明其原因。並敘述蒸汽動力廠運行的基本循環名稱及該循環組成的四個過程及相關的組件。(20 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

《破題關鍵》蒸氣卡諾循環之不實際性分析與蒸汽動力廠(朗肯循環)之基本原理

【擬答】

1.

(1) 假設穩流卡諾循環可作為蒸氣動力廠之理想基本循環，並以水蒸氣為工作流體，其 T-s 圖如圖(a)所示。其中：

過程 1-2：流體在鍋爐內進行可逆且等溫加熱。

過程 2-3：流體在渦輪機中等熵膨脹。

過程 3-4：流體在冷凝器中可逆且等溫凝結。

過程 4-1：流體在壓縮機中等熵壓縮至初始狀態。

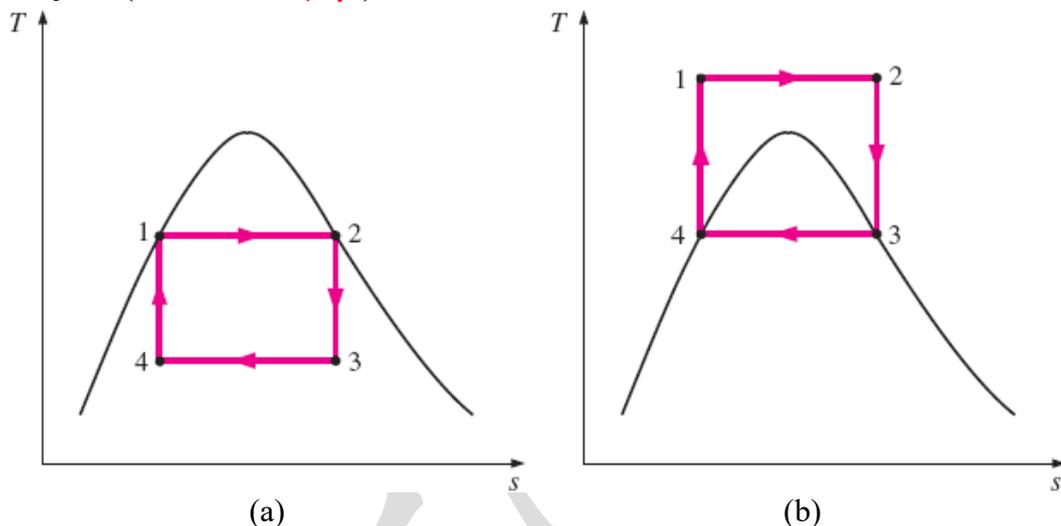


圖 兩個卡諾蒸氣循環之 T-s 圖

- (2) 在兩相系統中進行等溫熱傳遞，實際上並不難達成，因為在裝置內維持固定之壓力即可自動將溫度固定於飽和值。故在實際之鍋爐與冷凝器中，皆可接近實現過程 1-2 與過程 3-4。但若將熱傳遞過程限制於兩相系統，則嚴重限制了循環可使用之最高溫度(必須維持於臨界點值以下，例如水為 374°C)。一旦限制了循環之最高溫度，也限制了熱效率。若想提高循環之最高溫度，則會涉及單相工作流體之熱傳遞，實際上不易等溫地達成。
- (3) 藉由設計良好之渦輪機可進行近似等熵膨脹過程(過程 2-3)。然而在此過程中，水蒸氣之乾度會減少，如圖(a)之 T-s 圖所示。故渦輪機必須處理低乾度，也就是含水量高之水蒸氣，液滴將會侵蝕渦輪機葉片而導致磨耗，因此在動力廠之運轉中，乾度低於大約 90% 之水蒸氣是不被允許的。
- (4) 等熵壓縮過程(過程 4-1)涉及液-氣混合物至飽和液體之壓縮。此過程有兩個困難之處。第一、不易精確地控制凝結過程，以使其結束於狀態 4 所希望之乾度。第二、設計處理兩相之壓縮機是不切實際的。
- (5) 若使蒸氣卡諾循環以不同之方式進行，則可消除一部分之問題，如圖(b)所示。但該循環仍會呈現其他問題，例如等熵壓縮至極高之壓力以及在可變壓力下之等溫熱傳遞。
- (6) 由以上之分析可知，蒸氣卡諾循環無法接近實際裝置，對蒸氣動力廠而言，並非實際可行之模式。

志光 保成 學儒

# 真的有輕鬆考取的方法!

## 掌握上榜 8 大招

<p><b>法科架構班</b> 結合實務例子 建構法科概念</p>	<p><b>扎實正規班</b> 完整堂數 循序漸進</p>	<p><b>工科全科班</b> 公職+國營 一次到位</p>	<p><b>作文實戰班</b> 強化寫作架構 理清邏輯概念</p>
<p><b>主題題庫班</b> 主題教學 考點分析</p>	<p><b>精華總複習</b> 掌握考點 增強實力</p>	<p><b>全真模擬考</b> 比照真實考試 檢視應考實力</p>	<p><b>考前關懷講座</b> 名師最終提點 觀念更加清晰</p>

2. 蒸汽動力廠運行之基本循環稱為朗肯循環，其循環組成之四個過程及相關組件如下。

(1) 由等熵—等壓—等熵—等壓四個可逆過程所組成：

- 1→2：等熵壓縮
- 2→3：等壓氣化加熱(輸入熱)
- 3→4：等熵膨脹
- 4→1：等壓凝結排熱(輸出熱)

(2) 相關組件有：

泵：是一種加壓設備，將低溫低壓之液態水加壓成高壓，通常假設為絕熱。

鍋爐：是一種蒸汽發生設備，在高壓下將液態水加熱成高溫高乾度之蒸汽，而高溫高壓之蒸汽具有高能量。

渦輪機：是一種作功之機械，高溫高壓之蒸汽通過渦輪機後變成低壓，溫度也大為降低，通常假設為絕熱。

冷凝器：是一種熱交換器，在低壓下將渦輪機出口之蒸汽冷卻變成飽和液態水。

志光保成學儒 機械工程 | 電子工程 | 電力工程 | 資訊處理

# 一起站上工科勝利頂點

👑 考取菁英 強勢佔榜 👑

<p><b>狀元</b></p> <p>【全國狀元】111高 考電子工程-洪○銓</p> <p>【竹苗區狀元】110地特四等電子工程-詹○凱</p> <p>【台北市狀元】110地特四等資訊處理-于 ○</p> <p>【台中市狀元】110地特四等電力工程-柯○訓</p> <p>【金門縣狀元】110地特四等資訊處理-吳○展</p>	<p><b>榜眼</b></p> <p>【全國榜眼】111普 考資訊處理-羅○昌</p> <p>【高雄市榜眼】110地特三等電力工程-江○展</p> <p>【高雄市榜眼】110地特四等電子工程-曾○富</p> <p>【台北市探花】110地特三等電力工程-黃○任</p> <p>【台北市探花】110地特五等電子工程-柯○輝</p>	<p>【花東區第四】110地特三等資訊處理-羅○哲</p> <p>【桃園市第四】110地特三等資訊處理-丁○妮</p> <p>【高雄市第四】110地特四等電力工程-盧○源</p> <p>【高雄市第六】110地特四等電力工程-蘇○禎</p> <p>【全國第七】111普 考電子工程-卓○倫</p> <p>【全國第七】111初 考電子工程-柯○輝</p> <p>【桃園市第七】110地特三等電力工程-張○培</p> <p>【全國第八】111高 考機械工程-江○禾</p> <p>【全國第八】111普考電力工程-陳○璋</p> <p>【全國第八】111普考電子工程-李○穎</p> <p>【全國第九】111普考機械工程-施○佑</p>
--	--	--

版面有限 無法一一刊登

👑 單一年度優秀考取 👑

高考資訊處理 賴○全； 高考資訊處理 郭○楷； 普考資訊處理 劉○廷； 普考資訊處理 賴○全； 高考電力工程 吳○顯； 高考電力工程 曾○倫； 高考電子工程 王○榕  
 高考資訊處理 黃○迪； 高考資訊處理 廖○仲； 普考資訊處理 張○偉； 普考資訊處理 張○慧； 高考電力工程 鄧○駿； 高考電力工程 吳○璿； 高考電子工程 莊○雪  
 高考資訊處理 張○偉； 高考資訊處理 羅○昌； 普考資訊處理 褚○華； 普考資訊處理 劉○銘； 高考電力工程 葛○宇； 高考電力工程 蔡○昇； 普考電子工程 馮○恩  
 高考資訊處理 郭○哲； 高考資訊處理 劉○廷； 普考資訊處理 李○庭； 普考資訊處理 陳○堂； 高考電力工程 陳○璋； 普考電力工程 吳○璿； 普考電子工程 蔣○霖  
 高考資訊處理 胡○紘； 高考資訊處理 李○庭； 普考資訊處理 陳○明； 普考資訊處理 廖○仲； 高考電力工程 王○甯； 普考電力工程 吳○哲； 普考機械工程 黃○榮  
 高考資訊處理 許○傑； 高考資訊處理 曾○瑄； 普考資訊處理 鄭○然； 高考電力工程 蔡○鎮； 高考電力工程 梁○豐； 普考電力工程 梁○豐； 普考機械工程 江○禾  
 高考資訊處理 陳○廷； 高考資訊處理 于 ○； 普考資訊處理 吳○翰； 高考電力工程 李○源； 高考電力工程 席○棠； 普考電力工程 卓○倫； 普考機械工程 金○璋  
 高考資訊處理 陳○明； 普考資訊處理 黃○迪； 普考資訊處理 曾○瑄； 高考電力工程 丁○翔； 高考電力工程 吳○哲；

版面有限 無法一一刊登