

## 112 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、將溫度為 500 K，質量為 50 kg 之鐵塊，丟入水溫維持在 285 K 之大水槽中進行冷卻。由於鐵塊質量遠小於大水槽內水之質量，故鐵塊最後被冷卻至大水槽水溫度。假設此冷卻過程鐵塊之平均比熱為 0.45 kJ/kg K，試求：（每小題 5 分，共 20 分）

- (一)鐵塊熵值變化。
- (二)水槽中水之熵值變化。
- (三)此冷卻過程總熵值變化。
- (四)此過程是否可發生？

《考題難易》：★

《解題關鍵》：熵增加原理之應用

【擬答】：

$$(一)\Delta S_{iron} = m(s_2 - s_1) = mc \ln \frac{T_2}{T_1} = -12.65 \text{ kJ/K}$$

(二)取鐵塊為系統，則由封閉系統之熱力學第一定律可得

$$Q - W = \Delta U, \text{ 其中 } Q = -Q_{out}, W = 0$$

$$\therefore Q_{out} = mc(T_1 - T_2) = 4837.5 \text{ kJ}$$

$$\text{由能量守恆可得 } Q_{water} = Q_{iron} = 4837.5 \text{ kJ}$$

$$\therefore \Delta S_{water} = \frac{Q_{water}}{T_{water}} = 16.97 \text{ kJ/K}$$

$$(三)S_{gen} = \Delta S_{water} + \Delta S_{iron} = 4.32 \text{ kJ/K} \geq 0$$

(四) $S_{gen} \geq 0$ ，故此過程可發生。

二、有一房間在冬天時需維持室內為 20°C，但有 12 kW 之熱量傳至溫度為 0°C 之環境。使用熱汞 (heat pump) 及電熱器作為暖氣。熱汞所需之功率為 2.5 kW，性能係數 (coefficient of performance, COP) 為卡諾循環 (Carnot cycle) 之四分之一。試求熱汞之實際 COP、電熱器之功率以及整個過程之可用能破壞率 (rate of exergy destruction)。(20 分)

《考題難易》：★★★★★

《解題關鍵》：熱力學第二定律、熵增加原理及可用性(可用能)之應用

【擬答】：

$$(一)COP_{HP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{in}} = \frac{1}{4} \left( \frac{T_H}{T_H - T_L} \right) = 3.66$$

(二)取房間為 C.V.，由能量守恆可得  $\dot{Q}_H + \dot{W}_e = \dot{Q}_{Loss}$ ，其中由(一)可得  $\dot{Q}_H = COP_{HP} \dot{W}_{in} = 9.15 \text{ kW}$

$$\therefore \dot{W}_e = \dot{Q}_{Loss} - \dot{Q}_H = 2.85 \text{ kW}$$

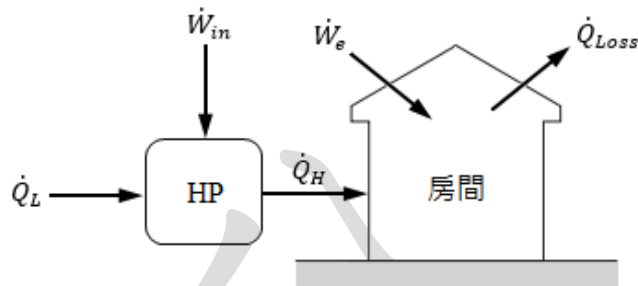
$$(三)\dot{S}_{gen} = \Delta \dot{S}_{sys} + \Delta \dot{S}_{surr} = \dot{S}_2 - \dot{S}_1 + \sum \dot{S}_{out} - \sum \dot{S}_{in} + \sum \frac{\dot{Q}_n}{T_n}$$

$$\therefore \dot{S}_{gen} = \sum \frac{\dot{Q}_n}{T_n} = \frac{\dot{Q}_{Loss}}{T_L} - \frac{\dot{Q}_L}{T_L} = \frac{\dot{Q}_{Loss} - \dot{Q}_L}{T_L}, \text{ 故 } \dot{X}_{destruction} = T_0 \dot{S}_{gen} = T_0 \left( \frac{\dot{Q}_{Loss} - \dot{Q}_L}{T_L} \right) \dots (1)$$

取整體為 C.V.，由能量守恆可得  $\dot{Q}_L + \dot{W}_{in} + \dot{W}_e = \dot{Q}_{Loss}$

$$\therefore \dot{Q}_{Loss} - \dot{Q}_L = \dot{W}_{in} + \dot{W}_e = 5.35kW \dots (2)$$

將(2)代入(1)即可得  $\dot{X}_{destruction} = 5.35kW$



三、(一)一般燃煤電廠最高操作溫度約為  $600^{\circ}C$ ，而燃氣電廠氣渦輪機最高溫度為  $1400 K$ ，以熱機效率而言，是否需以燃氣電廠氣取代燃煤電廠？說明你的看法。(5 分)

(二)燃氣輪機回收廢熱有何限制？試以 T-S 圖解釋之。(5 分)

(三)說明如何由布雷登循環 (Brayton cycle) 逼近愛立信循環 (Ericsson cycle)，並證明 Ericsson cycle 之熱效率與卡諾循環 (Carnot cycle) 相同。(10 分)

《考題難易》：★★

《解題關鍵》：布雷登循環之應用

【擬答】：

(一)理論熱效率  $\eta_{th} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$ ，假設  $T_L = 25^{\circ}C = 298K$ ，則

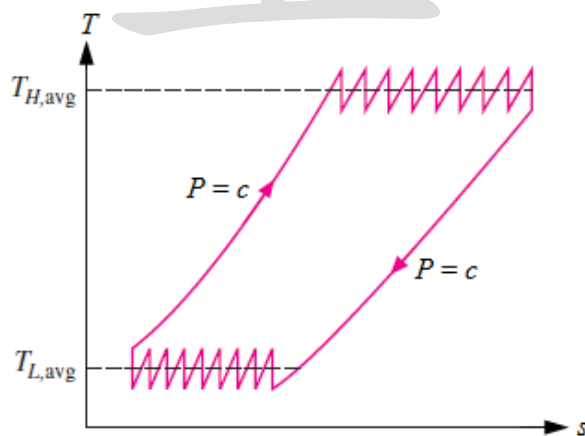
燃煤電廠之  $T_H = 600^{\circ}C$ ，其  $\eta_{th} = 65.9\%$

燃氣電廠之  $T_H = 1400K$ ，其  $\eta_{th} = 78.7\%$

由以上之分析可知，在  $T_L$  固定之下，當  $T_H$  提高，則  $\eta_{th}$  將會提升。以此題為例，採用燃氣電廠氣取代燃煤電廠可獲得較之熱效率。

(二)燃氣輪機欲使用回收廢熱(即再生器)，則離開渦輪機之廢氣溫度必須比離開壓縮機之空氣溫度高，否則熱將以相反方向傳遞，因此降低了燃氣輪機之熱效率。

(三)若布雷登循環使用多級之壓縮與膨脹，則具有中間冷卻器、再熱器及再生器之布雷登循環很明顯地會趨近於愛立信循環，如下 T-s 圖所示，且其熱效率也幾乎等於卡諾循環。



圖

# 站上工科巔峰

電力工程
電子工程
機械工程
電信工程

## 112高普考&111地方特考 TOP10 強勢上榜

| 狀元                         | 榜眼  | 探花  |
|----------------------------|---|---|
| 高考 電力工程 許○軒<br>高考 電子工程 郭○瑞 | 普考 電力工程 許○軒<br>地特三等(台北市) 電子工程 郭○瑞<br>地特四等(台北市) 電力工程 張○境 | 普考 電力工程 呂○勳<br>地特四等(台北市) 電子工程 楊○榮<br>地特四等(高雄市) 電子工程 何○宇 |

**【全國第四】** 普考 電力工程 林○彬

**【全國第五】** 普考 電力工程 莊○鈞

**【台北市第五】** 地特三等 電子工程 薛○文

**【全國第六】** 普考 電信工程 朱○瑩

**【全國第七】** 普考 電子工程 王○延

**【全國第八】** 高考 電力工程 林○彬

**【全國第八】** 高考 電子工程 黃○源

**【全國第八】** 普考 電子工程 黃○軒

**【全國第十】** 高考 機械工程 徐○甫

### 優秀考取 菁英薈萃

高考 電力工程 孫○勝

高考 電力工程 呂○勳

高考 電力工程 郭○謙

高考 電力工程 林○佑

高考 電力工程 許○騰

高考 電力工程 莊○鈞

高考 電力工程 王○宏

普考 電力工程 蔡○穎

普考 電力工程 王○宏

普考 電力工程 賴○允

普考 電力工程 蔡○翰

普考 電力工程 陳○瑩

普考 電力工程 蔡○典

普考 電力工程 蔡○祐

普考 電力工程 蔡○穎

普考 電力工程 賴○允

普考 電力工程 蔡○恩

普考 電力工程 林○仁

普考 電力工程 郭○謙

普考 電力工程 賴○憲

普考 電力工程 林○陞

普考 電力工程 蔡○穎

普考 電力工程 賴○允

普考 電力工程 蔡○恩

普考 電力工程 林○仁

普考 電力工程 郭○謙

普考 電力工程 賴○憲

普考 電力工程 林○陞

版面有限 無法一一刊登

- 四、(一)把狀態為溫度 35°C，濕度 40% 之大氣經歷一過程使其溫度降為 25°C，絕對濕度為 0.015。
- 試問此過程需加濕或除濕？(10 分)
- (二)第二狀態之相對濕度為何？(5 分)
- (三)將此過程表示於水蒸汽之 T-s 圖及濕度圖 (psychrometric chart) 上。(5 分)
- 給予數據：大氣壓力為 101.325 kPa。25°C 水之飽和壓力為 3.169 kPa。35°C 水之飽和壓力為 5.628 kPa。

**《考題難易》：★★★★**

**《解題關鍵》：濕空氣與空氣調節之應用**

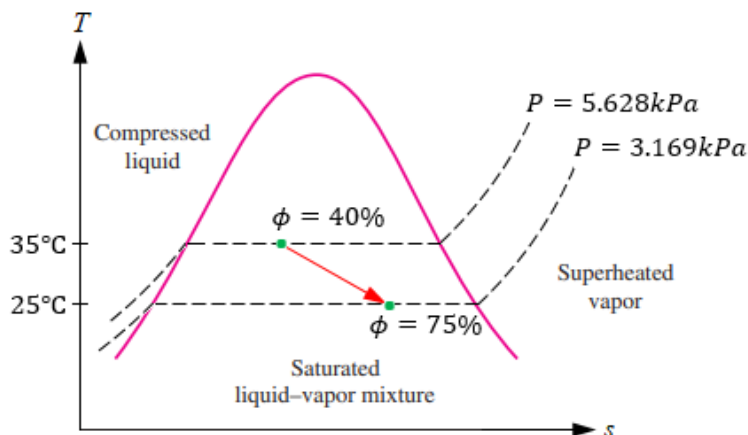
【擬答】：

$$(一) \omega_1 = \frac{m_{v1}}{m_{a1}} = 0.622 \frac{P_{v1}}{P_{a1}} = 0.622 \frac{P_{v1}}{P - P_{v1}} = 0.622 \frac{\phi_1 P_{g1}}{P - \phi_1 P_{g1}} = 0.01413 \leq \omega_2 = 0.015$$

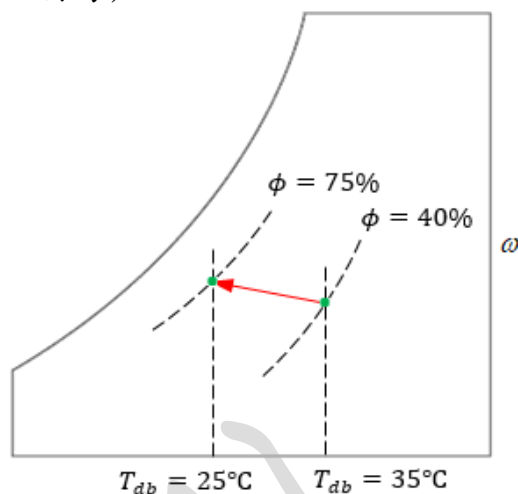
故此過程需加濕。

$$(二) \omega_2 = \frac{m_{v2}}{m_{a2}} = 0.622 \frac{P_{v2}}{P_{a2}} = 0.622 \frac{P_{v2}}{P - P_{v2}} = 0.622 \frac{\phi_2 P_{g2}}{P - \phi_2 P_{g2}} \Rightarrow \phi_2 = 75\%$$

(三)



T-s 圖



濕度圖

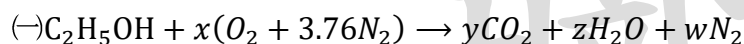
五、(一)請求出乙醇 (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) 之理論莫耳及質量空氣燃油比。(10 分)

(二)請求出質量比為 85% 乙醇 (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) 及 15% 汽油 (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) 之理論莫耳及質量空氣燃油比。(10 分)

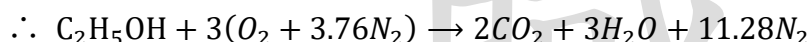
《考題難易》：★★★

《解題關鍵》：化學計量燃燒式(燃燒反應式)之應用

【擬答】：

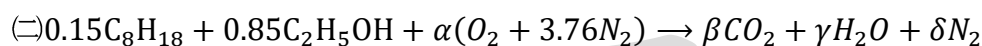


其中由各元素之質量守恆可得  $x = 3$ ,  $y = 2$ ,  $z = 3$ ,  $w = 11.28$

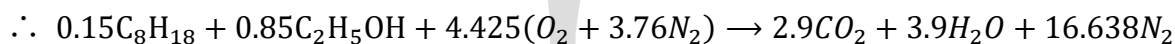


$$(1) \text{理論莫耳空氣燃油比} : (A/F)_{mol} = \frac{3(1+3.76)}{1} = 14.28$$

$$(2) \text{理論質量空氣燃油比} : (A/F)_{mass} = \frac{3(1 \times 32 + 3.76 \times 28)}{1(24 + 5 + 16 + 1)} = 8.95$$



其中由各元素之質量守恆可得  $\alpha = 4.425$ ,  $\beta = 2.9$ ,  $\gamma = 3.9$ ,  $\delta = 16.638$



$$(1) \text{理論莫耳空氣燃油比} : (A/F)_{mol} = \frac{4.425(1+3.76)}{0.15+0.85} = 21.06$$

$$(2) \text{理論質量空氣燃油比} : (A/F)_{mass} = \frac{4.425(1 \times 32 + 3.76 \times 28)}{0.15(96+18) + 0.85(24+5+16+1)} = 10.81$$

**獨家** 高普考**工科**進階課程

志光 學儒 保成

階段式課程設計, 鞏固考取實力

| 理論建構 縱向連貫 |                          | 知識運用 橫向整合 |                      |
|-----------|--------------------------|-----------|----------------------|
| 基礎班       | 正規課前導讀<br>快速進入狀況         | 階段複習課     | 加強學習連貫<br>增強邏輯思考     |
| 多循環正規班    | 同考科採多元師資教學<br>同類科開立多循環課程 | 申論作答班     | 名師專業指導<br>迅速加強實力     |
| 考前總複習班    | 重要章節統整觀念<br>補充最新時事法條     | 測驗易點通     | 精選歷年易錯題目<br>加強觀念不踩陷阱 |

歡迎至 志光.學儒.保成 全國門市洽詢

職  
王