

110 年公務人員高等考試三級考試試題

考試別：高等考試

等 別：三等考試

類科別：農業機械、機械工程

科 目：熱力學

李函老師

一、風力發電係將部分風能轉換為軸功，帶動發電機發電。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)說明氣溫、風速及風機轉子直徑如何影響輸出軸功之大小。

(二)有一風力發電機其轉子直徑為 20 m，並將 40% 之風能轉換為軸功。在風速為 35 km/h，氣壓為 100 kPa，氣溫為 20°C 時，軸功及風機下游風速為何？

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》須了解風力機之輸入功率及效率公式。

【擬答】

$$(\rightarrow) \eta_w = \frac{P_{shaft}}{P_w} = \frac{P_{shaft}}{\frac{1}{2} \rho A V^3} \Rightarrow P_{shaft} = \frac{P \pi D^2 V^3 \eta_w}{8RT}, \text{ 故 } P_{shaft} \text{ 與 } D^2、V^3 \text{ 成正比，與 } T \text{ 成反比。}$$

$$(\rightarrow) 1. P = \rho RT \Rightarrow \rho = 1.189 \text{ (kg/m}^3\text{)}, A = \frac{\pi D^2}{4} = 314.16 \text{ (m}^2\text{)}, V = 35 \text{ (km/h)} = 9.72 \text{ (m/s)}$$

$$\therefore P_w = \frac{1}{2} \rho A V^3 = 171.52 \text{ (kW)}, \text{ 故 } \eta_w = \frac{P_{shaft}}{P_w} \Rightarrow P_{shaft} = 68.61 \text{ (kW)}$$

$$2. V_2 = V_1 \sqrt{1 - \eta_w} = 27.89 \text{ (km/h)}。$$

二、有一四衝程汽油引擎，其壓縮比為 10，缸數為 4，總排氣量為 2300 cc。進氣條件為 280 K，70 kPa，轉速為 2100 rpm，燃料燃燒供應之熱量為 1800 kJ/kg。在冷空氣及引擎以理想 Otto 循環運轉假設下，試求此引擎之：

(一)平均有效壓力 (5 分)

(二)循環最高溫度 (5 分)

(三)輸出功率 (10 分)

參考數據：空氣比熱比=1.4，等容比熱=0.717 kJ/kgK。

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》須了解四衝程汽油引擎之運轉原理及 Otto 循環之分析。

【擬答】

$$(\rightarrow) \eta_o = 1 - \frac{1}{\gamma^{k-1}} = 0.602, \eta_o = \frac{w_{out,net}}{q_{in}} \Rightarrow w_{out,net} = 1083.6 \text{ (kJ/kg)}$$

$$v_1 = \frac{RT_1}{P_1} = 1.148 \text{ (m}^3/\text{kg)}, \gamma = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow v_2 = 0.1148 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

$$\therefore MEP = \frac{w_{out,net}}{v_1 - v_2} = 1048.8 \text{ (kPa)}$$

$$(\rightarrow) 1 \rightarrow 2 : \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1} = (\gamma)^{k-1} \Rightarrow \begin{cases} T_2 = 703.3 \text{ (K)} \\ P_2 = 1758.3 \text{ (kPa)} \end{cases}$$

$$2 \rightarrow 3 : q_{23} - w_{23} = \Delta u_{23} = C_v (T_3 - T_2) \Rightarrow T_3 = 3213.8 \text{ (K)} = 2940.8 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

公職王歷屆試題 (110 高考)

$$\text{(三)} W_{out,net} = MEP \times \text{位移容積(排氣容積)} = 2.412 \text{ (kJ/cycle)}$$

四衝程汽油引擎完成一熱力循環，曲軸轉兩轉，故 $W_{out,net} = 1.206 \text{ (kJ/rev.)}$

$$\therefore \dot{W}_{out,net} = N \times W_{out,net} = 42.21 \text{ (kw)}$$

三、燃氣發電之燃料為天然氣。有一天然氣，經分析其組成以體積百分比表示為 80.62% CH₄、5.41% C₂H₆、1.87% C₃H₈、1.6% C₄H₁₀、10.5% N₂。若此天然氣與空氣燃燒後，乾產物分析以體積百分比表示為 7.8% CO₂、0.2% CO、7% O₂，以及 85% N₂。試求：

(一)此燃燒之莫耳空燃比 (10 分)

(二)以 100 m³、300 K，及 100 kPa 之天然氣燃燒，燃燒產物之總莫耳數為何？ (5 分)

(三)理論空氣量為何？ (5 分)

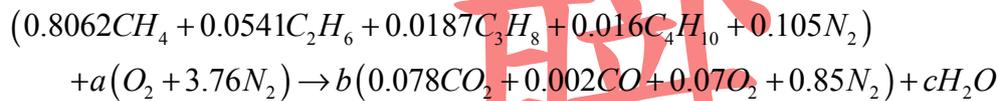
【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》須了解燃燒之基本概念、相關重要名詞定義及燃燒反應式。

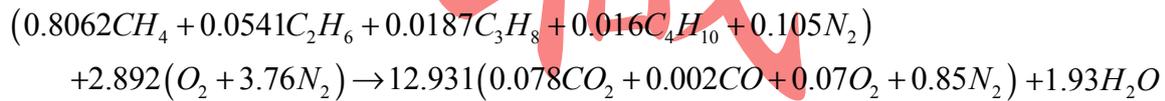
【擬答】

(一)假設以 1 kmol 燃料混合物為基準進行分析，故其平衡化學式為



其中由各原子質量守恆之關係可得 $a = 2.892$ ， $b = 12.931$ ， $c = 1.93$

\therefore 平衡化學式為



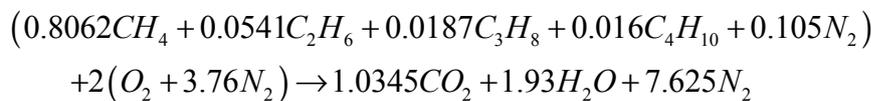
$$\text{故莫耳空燃比 } \overline{AF} = \frac{2.892 \times 4.76}{1} = 13.77 \text{ (kmol - 空氣 / kmol - 燃料)}$$

(二)由(一)之化學反應式可知，每 kmol 燃料共生成 $b + c = 12.931 + 1.93 = 14.861 \text{ kmol}$ 產物。若 100 m³、300 K 及 100 kPa 之燃料為 $N_F \text{ kmol}$ ，則由理想氣體狀態方程式可得

$$N_F = \frac{PV}{R_u T} = \frac{100 \times 100}{8.314 \times 300} = 4.01 \text{ (kmol - 燃料)}$$

故 100 m³ 之燃料混合物可生成 $14.861 \times 4.01 = 59.59 \text{ kmol}$ 之燃燒產物。

(三)燃燒混合物與理論空氣完全燃燒之平衡化學式為



$$\therefore \text{理論莫耳空燃比 } \left(\overline{AF} \right)_{\text{理論}} = \frac{2 \times 4.76}{1} = 9.52 \text{ (kmol - 空氣 / kmol - 燃料)}$$

$$\text{故理論空氣量(或百分比理論空氣)為 \%理論空氣} = \frac{13.77}{9.52} = 145\%$$

志光學儒保成

工科人專屬學習規劃

精心安排完整豐富的上榜課程

工科考試所需要的資源，我們通通幫你準備好了

<p>法科架構班</p> <p>學校沒教的，我們教給你！名師精解法科知識，結合實務例子，助你建構法科概念。</p>	<p>扎實正規班</p> <p>完整堂數規劃，循序漸進學習，讓您深度修習工科各專業學科知識。</p>	<p>作文實戰班</p> <p>作文再也不是理工人的痛！透過專業老師的輔導，快速強化您的寫作架構、邏輯概念。</p>
<p>主題題庫班</p> <p>主題式教學，搭配各類試題演練，進行考點分析及破題要點訓練，讓您短時間各科實力倍增。</p>	<p>全國全真模擬考</p> <p>檢視應考實力、訓練臨場反應、掌握最新考題趨勢，全程比照考試時程，模擬考場實戰氛圍，讓您能以平常心應考！</p>	<p>精華總複習</p> <p>考前重點總複習，精準掌握重要考點，讓您考前實力突飛猛進。</p>
<p>考前提要關懷講座</p> <p>名師考前最終提點，穩定你累積許久的實力，讓你的觀念更加清晰。</p>	<p>工科全科班</p> <p>公職+國營完善循環課程規劃，All in One課程一次到位，奠定穩固基礎、強化上榜實力。</p>	



109普考 電子工程
曾○維
一年考取

我是工科人，我工頂啦！

由於考試的題目非常靈活，參加題庫班，除了勤做考古題外，大量實作解說，很快速地強化我的考前記憶，每做一道題目馬上能判斷是在哪一章節，然後再進行解題。

■完整課程資訊詳洽全國志光·學儒·保成門市■

志光學儒保成

公職工科+國營事業

1+1 更有力 準備公職的同時，可報考國營事業考試，善用重疊考科，一次準備就能多次上榜！
上榜路徑大公開！一年內超過8次上榜機會！

<p>初等考</p> <p>1月</p> <p>●最容易上手的公職考試</p>	<p>關務特考</p> <p>4月</p> <p>●考科少於同職等考試</p>	<p>鐵路特考</p> <p>6月</p> <p>(110年因疫情延至9月)</p> <p>●佐級錄取率最高</p>	<p>高普考</p> <p>7月</p> <p>(110年因疫情延至10月)</p> <p>●主流考試，缺額眾多</p>	<p>調查局特考</p> <p>8月</p> <p>(110年因疫情延至10月)</p> <p>●三等月薪76,000起</p>
<p>地方特考</p> <p>12月</p> <p>●考科同高普考</p>	<p>自來水評價人員</p> <p>不定期舉辦</p> <p>●只考選擇題</p>	<p>台電考試</p> <p>不定期舉辦</p> <p>●考科少、好準備</p>	<p>中油僱員</p> <p>不定期舉辦</p> <p>●只考2科，多為選擇題</p>	<p>國營事業職員級</p> <p>不定期舉辦</p> <p>●國營退休潮，缺額多，工科類科競爭者少</p>

錄取率高

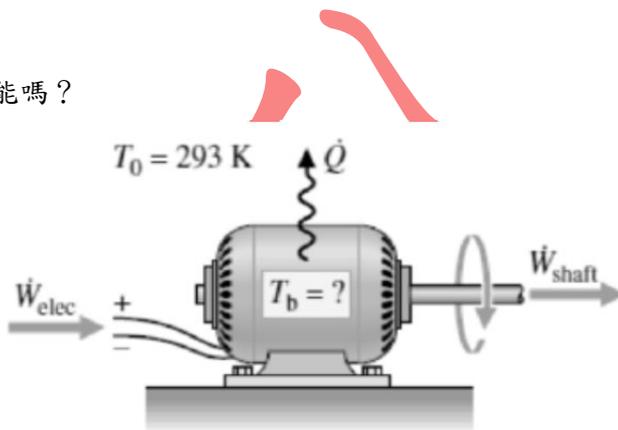
109年
工科錄取率
最高達**19.42%**

電力工程	電子工程	機械工程	資訊工程
高考 19.42% 普考 17.33%	高考 9.04% 普考 9.39%	高考 18.27% 普考 13.70%	高考 12.92% 普考 10.47%

公職王歷屆試題 (110 高考)

四、一穩態運轉之電動馬達，輸入電流及電壓分別為 10 安培及 220 伏特，轉速為 1000 rpm，轉軸輸出扭矩 16 N·m 至負載。運轉時馬達之發熱排至外界，散熱量可表為 $Q=hA(T_b-T_0)$ ，其中， h =對流熱傳係數=100 W/m²K， A =馬達表面積=0.195 m²， T_b =馬達表面溫度， T_0 =環境溫度=20°C。試求：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一) T_b
- (二) 馬達熵改變量
- (三) 環境熵改變量
- (四) 此馬達運轉狀態為可能嗎？



【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》須了解能量守恆原理、各種功率之計算及熵增加原理。

【擬答】

(一) 由能量守恆可得 $\dot{W}_{elec} = \dot{W}_{shaft} + \dot{Q}$

其中 (1) $\dot{W}_{elec} = VI = 2200(W)$

$$(2) \dot{W}_{shaft} = T\omega = T \times \frac{2\pi N}{60} = 1675.5(W)$$

$$(3) \dot{Q} = hA(T_b - T_0) = 19.5(T_b - 293)(W)$$

$$\therefore 2200 = 1675.5 + 19.5(T_b - 293) \Rightarrow T_b = 319.9(K) = 46.9(^{\circ}C)$$

(二) $\dot{W}_{elec} = \dot{W}_{shaft} + \dot{Q} \Rightarrow \dot{Q} = \dot{W}_{elec} - \dot{W}_{shaft} = 524.5(W)$ ，故 $\Delta \dot{S}_{馬達} = \frac{-\dot{Q}}{T_b} = -1.64(W/K)$ 。

(三) $\Delta \dot{S}_{環境} = \frac{\dot{Q}}{T_0} = 1.79(W/K)$ 。

(四) $\Delta \dot{S}_{gen} = \Delta \dot{S}_{馬達} + \Delta \dot{S}_{環境} = 0.15(W/K) > 0$ ，故為可能。

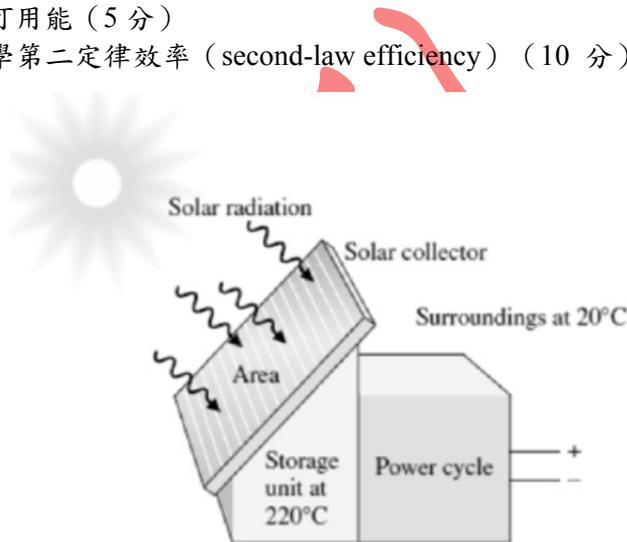
公職王歷屆試題 (110 高考)

五、一太陽熱能發電系統如圖所示，太陽輻射能量為 0.315 kW/m^2 。太陽能板吸收之太陽熱能提供給一溫度維持為定溫 220°C 之儲能裝置。一動力循環由儲能裝置供應熱能，排熱至溫度為 50°C 之熱源，並產生 0.5 MW 之電能。環境之溫度為 20°C 。假設此動力循環為穩態操作，儲能裝置太陽熱能吸收效率為 0.75 ，試求：

(一) 所需之最小太陽能板面積 (5 分)

(二) 儲能裝置提供之可用能 (5 分)

(三) 動力循環之熱力學第二定律效率 (second-law efficiency) (10 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★

2. 《破題關鍵》須了解太陽能熱能公式、可用能及熱力學第二定律效率之定義。

【擬答】

$$(一) \eta = \frac{\dot{W}_{cycle}}{\dot{Q}_H}, \text{ 其中 } \dot{Q}_H = 0.315Ae, \text{ 故 } \eta = \frac{\dot{W}_{cycle}}{0.315Ae} \Rightarrow A = \frac{\dot{W}_{cycle}}{0.315\eta e}$$

由上式可知，當 η_{max} 及 $e=1$ 時可得 A_{min} ，其中 $\eta_{max} = 1 - \frac{T_0}{T_H} = 0.406$ ， $\dot{W}_{cycle} = 500 \text{ kW}$

$$\text{故 } A_{min} = 3909.6 (\text{m}^2)$$

$$(二) \dot{X}_{storage} = (1 - \frac{T_0}{T_H})\dot{Q}_H = 375 (\text{kW})。$$

$$(三) \eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 0.345, \text{ 故 } \eta_{II} = \frac{\eta}{\eta_{max}} = 85\%。$$