

## 經濟部所屬事業機構 110 年新進職員甄試試題

類 別：機械

科 目：1.熱力學與熱機學 2.流體力學與流體機械

李函老師解題

一、一座以空氣為工作流體且操作基於封閉式布雷登循環(Brayton Cycle)之動力廠，其空氣壓縮機之壓縮比為 11，入口空氣溫度為 300°K，輸入於循環之總熱量為 620 kJ/kg；若該循環之壓縮機等熵效率(Isentropic Efficiency)為 80%，渦輪機等熵效率(Isentropic Efficiency)為 85%，假設循環過程中之空氣狀態皆為理想氣體(Ideal Gas)且比熱為常數( $C_p=1.005\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{K}$ ， $k=1.4$ )，壓縮機及渦輪機絕熱且忽略進出口之動、位能變化下，請計算下列各項(計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)。(共 4 題，共 25 分)

(一)此循環中，壓縮機出口空氣溫度為多少°K？(5 分)

(二)此循環中，渦輪機出口空氣溫度為多少°K？(5 分)

(三)此循環之輸出淨功為多少 kJ/kg？(5 分)

(四)此循環之熱效率為多少%？(10 分)

【擬答】

$$(一) \frac{T_{2s}}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = (\gamma_p)^{\frac{k-1}{k}} \Rightarrow T_{2s} = 595.6(^{\circ}\text{K})$$

$$\therefore \eta_c = \frac{w_{c,s}}{w_{c,a}} = \frac{T_{2s} - T_1}{T_{2a} - T_1} \Rightarrow T_{2a} = 669.5(^{\circ}\text{K})$$

$$(二) q_{23} - w_{23} = \Delta h_{23} = C_p (T_3 - T_{2a}), \text{ 其中 } q_{23} = q_{in} = 620\text{kJ/kg}, w_{23} = 0$$

$$\therefore T_3 = 1286.4(^{\circ}\text{K})$$

$$(三) \frac{T_{4s}}{T_3} = \left(\frac{P_4}{P_3}\right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{1}{\gamma_p}\right)^{\frac{k-1}{k}} \Rightarrow T_{4s} = T_3 \left(\frac{1}{\gamma_p}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 648.1(^{\circ}\text{K})$$

$$\therefore \eta_t = \frac{w_{t,a}}{w_{t,s}} = \frac{T_{4a} - T_3}{T_{4s} - T_3} \Rightarrow T_{4a} = 743.8(^{\circ}\text{K})$$

$$q_{41} - w_{41} = \Delta h_{41} = C_p (T_1 - T_{4a}), \text{ 其中 } q_{41} = -q_{out}, w_{41} = 0$$

$$\therefore q_{out} = 446(\text{kJ/kg})$$

$$\text{故 } w_{out,net} = q_{in} - q_{out} = 174(\text{kJ/kg})$$

$$(四) \eta_B = 1 - \frac{q_{out}}{q_{in}} = 28.1\%$$

公職王歷屆試題 (110 經濟部國營聯招)

二、壓力為 500kPa，溫度為 133.6°C 的水，在管路中流經一等焓節流閥後，出口壓力降至 20kPa，已知該節流閥出口截面積為 0.04m<sup>2</sup>，流速為 120m/s，請利用下表求節流閥出口之質量流率為多少 kg/s(計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)? (15 分)

飽和水-水蒸汽 溫度表							
溫度(°C)	飽和壓力 (MPa)	比容 v (m <sup>3</sup> /kg)		比內能 u (kJ/kg)		比焓 h (kJ/kg)	
		v <sub>f</sub>	v <sub>g</sub>	u <sub>f</sub>	u <sub>g</sub>	h <sub>f</sub>	h <sub>g</sub>
130	0.2701	0.001070	0.6685	546.02	2539.9	546.31	2720.5
135	0.3130	0.001075	0.5822	567.35	2545.0	567.69	2727.3
飽和水-水蒸汽 壓力表							
壓力 (MPa)	飽和溫度 (°C)	比容 v (m <sup>3</sup> /kg)		比內能 u (kJ/kg)		比焓 h (kJ/kg)	
		v <sub>f</sub>	v <sub>g</sub>	u <sub>f</sub>	u <sub>g</sub>	h <sub>f</sub>	h <sub>g</sub>
0.02	60.06	0.001017	7.649	251.38	2456.7	251.40	2609.7
0.50	151.86	0.001093	0.3749	639.68	2561.2	640.23	2748.7

【擬答】

$$\begin{cases} T_1 = 133.6^\circ\text{C} \\ \text{壓縮液體} \end{cases} \Rightarrow \text{查表並配合內插法可得}$$

$$\frac{133.6 - 130}{135 - 130} = \frac{h_{f@T_1} - 546.31}{567.69 - 546.31} \Rightarrow h_{f@T_1} = 561.70 \text{ (kJ/kg)} = h_1 = h_2$$

$$\begin{cases} P_2 = 0.02 \text{ MPa} \\ h_2 = 561.70 \text{ kJ/kg} \end{cases} \Rightarrow \text{查表可得} \begin{cases} h_{f@P_2} = 251.40 \text{ kJ/kg} \\ h_{g@P_2} = 2609.7 \text{ kJ/kg} \end{cases}$$

∴  $h_f < h_2 < h_g$ ，即出口為飽和狀態

$$\text{故 } h_2 = h_f + x_2(h_g - h_f) \Rightarrow x_2 = 0.1316$$

$$P_2 = 0.02 \text{ MPa} \Rightarrow \text{查表可得} \begin{cases} v_{f@P_2} = 0.001017 \text{ m}^3/\text{kg} \\ v_{g@P_2} = 7.649 \text{ m}^3/\text{kg} \end{cases}$$

$$\therefore v_2 = v_f + x_2(v_g - v_f) = 1.007492 \text{ (m}^3/\text{kg)}, \text{ 故 } \dot{m}_2 = \rho_2 Q_2 = \frac{A_2 V_2}{v_2} = 4.8 \text{ (kg/s)}$$

三、一活塞氣缸裝置，最初裝有壓力為 500 kPa，溫度為 300°K 而容積為 0.1 m<sup>3</sup> 之氮氣，其經過一多變指數(Polytropic Exponent)  $n = 1.5$  之多變過程(Polytropic Process)膨脹至 150 kPa 之壓力，假設過程中之氮氣狀態皆為理想氣體(Ideal Gas)且比熱為常數( $C_p = 5.1926 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{K}$ ， $C_v = 3.1156 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{K}$ )，請計算下列各項(計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)。(2 題，每題 5 分，共 10 分)

(一)此膨脹過程所輸出之功(W)為多少 kJ?

(二)此膨脹過程之熱交換量(Q)為多少 kJ?

【擬答】

公職王歷屆試題 (110 經濟部國營聯招)

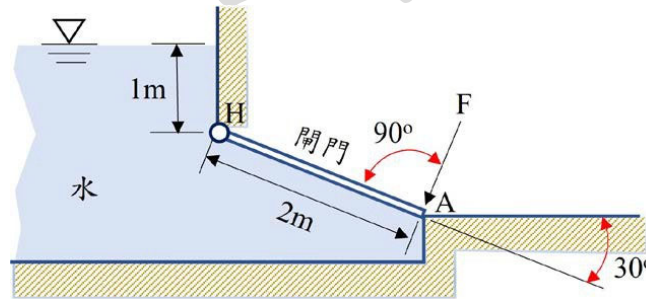
$$\Rightarrow P_1 V_1^{1.5} = P_2 V_2^{1.5} \Rightarrow V_2 = 0.2231(m^3)$$

$$m = \frac{P_1 V_1}{RT_1} = 0.08(kg), T_2 = \frac{P_2 V_2}{mR} = 201.4(K)$$

$$\therefore W = \frac{1}{1-n} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = 33.1(kJ) \text{ (正號表示為輸出功)}$$

$$\Rightarrow Q - W = m C_v (T_2 - T_1) \Rightarrow Q = 8.5(kJ) \text{ (正號表示為輸入熱)}$$

四、如【圖 1】所示，一邊長為 2m 之正方形平面水閘門安裝於水庫下方，可繞鉸接點 H 旋轉開啟，如忽略閘門自身重量及鉸接點之摩擦效應，而水的比重量(Specific Weight) $\gamma=9810N/m^3$ ，試求作用於 A 點之施力 F，最少須為多少牛頓(N)才得以維持閘門關閉(計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)？(15 分)



【圖 1】

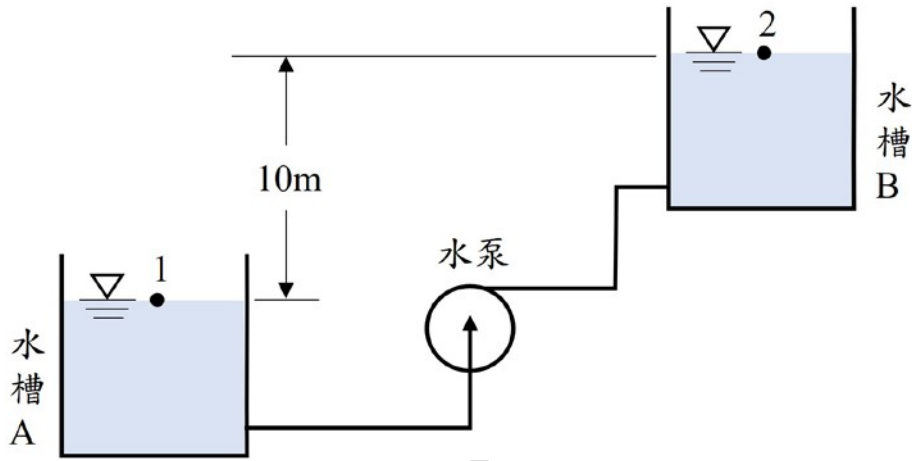
【擬答】

$$F_R = \gamma h_c A = 9810 \times \left(1 + \frac{1}{2} \times 2 \sin 30^\circ\right) \times (2 \times 2) = 58860(N)$$

$$y_R = y_c + \frac{I_{xc}}{y_c A} = \left(1 + \frac{1}{\sin 30^\circ}\right) + \frac{\left(\frac{2 \times 2^3}{12}\right)}{\left(1 + \frac{1}{\sin 30^\circ}\right) \times (2 \times 2)} = 3.11(m)$$

$$\therefore \sum M_H = 0 \Rightarrow F_R \times \left(y_R - \frac{1}{\sin 30^\circ}\right) - F \times 2 = 0 \Rightarrow F = 32667.3(N)$$

五、如【圖 2】所示，管路泵浦系統中，一水泵於定轉速下將水由水槽 A 以流量 Q 泵送至水槽 B，兩水槽液面皆暴露於大氣，已知該水泵揚程  $h_A$  與泵送流量 Q 之關係可表示為  $h_A = 50 - 2Q^2$ ，系統之損失水頭曲線為  $h_{L,1-2} = 1.5Q^2$ ，其中  $h_A$ 、 $h_{L,1-2}$  之單位皆為 m，Q 之單位則為  $m^3/s$ ，假設泵送過程中兩水槽之液面高度變化極微小可忽略不計，請計算此系統中水泵之泵送流量為多少  $m^3/s$ (計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)？(10 分)



【圖 2】

【擬答】

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_A = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_{L,1-2}$$

其中(1)  $P_1 = P_2 = P_{atm}$

(2)  $V_1 = V_2 = 0$

(3)  $z_2 - z_1 = 10(m)$

(4)  $h_A = 50 - 2Q^2$

(5)  $h_{L,1-2} = 1.5Q^2$

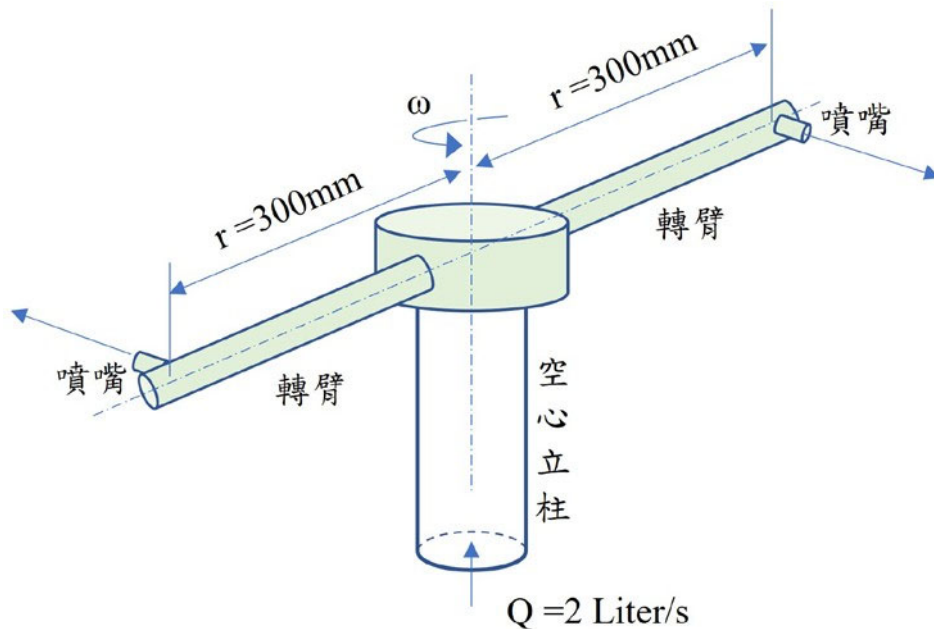
$\therefore h_A = z_2 - z_1 + h_{L,1-2} \Rightarrow Q = 3.4(m^3/s)$

六、一灑水器如【圖 3】所示，由一固定之空心立柱與兩支等長、位於同一直線上、通過立柱軸心且垂直於立柱之轉臂組成，當水由立柱下方進入灑水器後，會平均地由兩支轉臂末端的噴嘴沿轉臂旋轉之切線方向噴出，並帶動轉臂繞立柱軸心旋轉；兩噴嘴之噴口面積皆為  $50mm^2$ ，噴嘴中心距離立柱中心為  $300mm$ ；假設立柱下方穩定地以  $2\text{Liter/s}$  的水量流進灑水器，水的密度為  $1000kg/cm^3$ ，在忽略噴嘴長度、轉臂旋轉過程中之空氣阻力及轉軸處之摩擦阻力下，請計算下列各項(計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)。(共 3 題，共 25 分)

(一)需施加多少  $N \cdot m$  的反向扭矩於轉臂上，才能使其靜止？(10 分)

(二)當轉臂穩定地以  $\omega = 100\text{RPM}$  旋轉時，施加於其上之反向扭矩為多少  $N \cdot m$ ？(10 分)

(三)當無任何反向扭矩施加於轉臂上時，轉臂的轉速  $\omega$  為多少  $\text{RPM}$ ？(5 分)



【圖 3】

【擬答】

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3, \quad Q = 2 \text{ Liter/s} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{Q}{2} = AV_{jet} \Rightarrow V_{jet} = \frac{Q}{2A} = 20 \text{ (m/s)}$$

$$\Leftrightarrow V = V_{jet} - U, \text{ 其中 } U = 0 \text{ (轉臂靜止)}, \text{ 故 } V = V_{jet}$$

$$\therefore T_{shaft} = -rV\dot{m} = -rV_{jet}(\rho Q) = -12 \text{ (N-m)}$$

$$\Leftrightarrow U = r\omega = 0.3 \times \frac{2\pi \times 100}{60} = \pi \text{ (m/s)}, \quad V = V_{jet} - U = 20 - \pi$$

$$\therefore T_{shaft} = -rV\dot{m} = -rV(\rho Q) = -10.1 \text{ (N-m)}$$

$$\Leftrightarrow V = V_{jet} - U = 20 - r\omega$$

$$\therefore T_{shaft} = -rV\dot{m} = -r(20 - r\omega)\dot{m} = 0 \Rightarrow 20 - r\omega \Rightarrow \omega = 66.67 \text{ (rad/s)}$$

$$\text{故 } \omega = \frac{2\pi N}{60} \Rightarrow N = \frac{60 \times \omega}{2\pi} = 636.7 \text{ (rpm)}$$



志光學儒保成

國營考生都在用

# 國營考試通 APP

讓你一手掌握國營大小事

立即下載 →

考試介紹   最新考情   準備技巧   線上測驗

志光學儒保成

## 獨家 國營考取班

一次報名 攻略 5 大國營考試

- 國營聯招**  
台電、中油  
台糖、台水  
年年招考，缺額多  
且穩定，考科門檻  
低，快速上手首選
- 台電僱員**  
國營事業最佳組合  
考試，起薪高、門  
檻低，短期上榜好  
選擇
- 中油僱員**  
南部考生首選，  
薪水好、離家近，  
緊急招考競爭者少
- 中華郵政**  
考科少、錄取率  
高，可自選考區
- 公股銀行**  
八大公股銀行不  
定期招考，考試  
機會多，上榜機  
會更高

為什麼要選國營考取班

**8大優勢 非選不可**

- 獎學金
- 課程超完整
- 教材超即時
- 面授/視訊任選
- 學費超值
- 輔導至考取
- 學習無壓力
- 加選課程超優惠