



經濟部國營事業考場限時優惠

即日起至108/11/30止，憑本人「108年國營事業准考證」預報課程即享優惠！相關課程皆有優惠，機不可失。請速洽全國三民輔考(本活動之雙效課程優惠價為台北地區，台北以外地區請洽服務人員)

1 鐵路員級+國營事業二合一 考場優惠價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 40,800元 45,800元	2 經濟部國營事業 機械工程、電機 考場優惠價 雙效合一價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 16,800元 21,800元 25,800元	3 經濟部國營事業 儀電 考場優惠價 雙效合一價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 13,800元 18,800元 22,800元	4 經濟部國營事業 企管類 雲端 面授 雙效合一價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 18,800元 16,800元 24,800元 27,800元	5 台電新進人員 綜合行政 面授 考場優惠價 雙效合一價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 16,800元 18,800元 21,800元 23,800元	6 台電新進人員 配電線路、輸電變電 考場優惠價 雙效合一價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 13,800元 15,800元 18,800元	7 台電新進人員 儀電機械 考場優惠價 雙效合一價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 15,800元 18,800元 22,800元	8 中華郵政 內勤 考場優惠價 雙效合一價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 12,800元 14,800元 15,800元	9 中華郵政 外勤 考場優惠價 雙效合一價 DVD 雲端 (另加押金1,000) 6,800元 8,800元 9,800元
--	---	--	---	--	--	---	---	--

台北總部 台北市中正區重慶南路一段13號3樓 02-2388-1051	雲林斗六 雲林縣斗六市民生路170號2樓 05-770-6691
台北站前 台北市中正區重慶南路一段1-2號1樓 02-2311-6296	嘉義站前 嘉義市西區中山路578號1樓 05-320-9389
新北板橋 新北市板橋區館前東路50號1樓 02-2951-8880	台南新營 台南市新營區新進路14號 06-703-0899
桃園南崁 桃園市蘆竹區中正路227號1樓 03-271-6612	台南中山 台南市中西區中山路91號3樓 06-703-4516
桃園站前 桃園市桃園區復興路173號1樓 03-271-4658	台南成功 台南市中西區成功路25號1樓 06-703-4455
桃園中壢 桃園市中壢區中山路66號2樓 03-275-0001	高雄楠梓 高雄市楠梓區建楠路22號1樓 07-972-1068
新竹站前 新竹市東區東門街64號1樓 03-621-4368	高雄站前 高雄市三民區建國二路219號1樓 07-976-8899
台中復興 台中市復興路四段80號1樓 04-3702-5858	高雄鳳山 高雄市鳳山區光遠路422號1樓 07-976-9838
台中站前 台中市西區綠川西街85號1樓 04-3707-3723	屏東光復 屏東縣屏東市光復路120號1樓 08-821-8800
台中逢甲 台中市西屯區青海路二段365號1樓 04-3707-4556	屏東中山 屏東縣屏東市中山路28號1樓 08-821-9199
彰化員林 彰化縣員林市中山路二段85-11號1樓 04-706-0188	屏東潮州 屏東縣潮州鎮延平路209號1樓 08-820-3097

經濟部所屬事業機構 108 年新進職員甄試試題

類別：機械

節次：第三節

科目：1. 熱力學與熱機學 2. 流體力學與流體機械

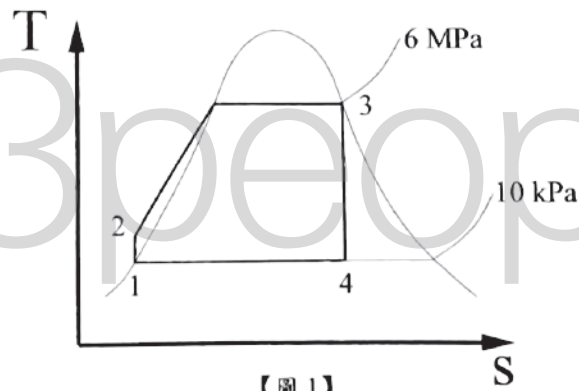
注意事項	1. 本試題共 3 頁(A3 紙 1 張)。
	2. 可使用本甄試簡章規定之電子計算器。
	3. 本試題分 6 大題，每題配分於題目後標明，共 100 分。須用藍、黑色鋼筆或原子筆在答案卷指定範圍內作答，不提供額外之答案卷，作答時須詳列解答過程，於本試題或其他紙張作答者不予計分。
	4. 本試題採雙面印刷，請注意正、背面試題。
	5. 考試結束前離場者，試題須隨答案卷繳回，俟本節考試結束後，始得至原試場或適當處索取。
	6. 考試時間：120 分鐘。

一、有一理想朗肯循環(Rankine cycle)，其 T-S 圖如【圖 1】所示，鍋爐的壓力為 6 MPa，冷凝器的壓力為 10 kPa，假設汽輪機之膨脹過程及泵之壓縮過程均為等熵。如果此循環的淨輸出功為 30 MW，請利用【表 1】試求下列各項：(計算至小數點後第 2 位，以下四捨五入) (15 分)

- (一) 此循環的熱效率(%) (10 分)
- (二) 水蒸汽的質量流率(kg/sec) (5 分)

【表 1】

壓力 (MPa)	飽和 溫度 (°C)	比容 v (m ³ /kg)		比內能 u (kJ/kg)		比焓 h (kJ/kg)		比熵 s (kJ/kg·°K)	
		v _f	v _g	u _f	u _g	h _f	h _g	s _f	s _g
0.01	45.81	0.00101	14.67	191.82	2437.9	191.83	2584.7	0.6493	8.1502
6.0	275.64	0.001319	0.03244	1205.44	2589.7	1213.35	2784.3	3.0267	5.8892



【圖 1】

二、有一空氣標準雙燃循環(Dual cycle)，等容加熱過程加熱量為 1,600 kJ/kg，等壓加熱過程加熱量為 800 kJ/kg，空氣進入汽缸開始壓縮時的壓力及溫度分別為 P = 100 kPa，T = 25 °C，若該循環之壓縮比為 10，其中 1→2 為等熵壓縮，2→3 為等容加熱，3→4 為等壓加熱，4→5 為等熵膨脹，5→1 為等容排熱過程，試求下列各項：(計算至小數點後第 2 位，以下四捨五入) (20 分)

提示： $\eta_{Dual} = 1 - \frac{1}{\gamma_0^{\kappa-1}} \cdot \left[\frac{\gamma_p \gamma_c^{\kappa-1}}{(\gamma_p-1) + \kappa \gamma_p (\gamma_c-1)} \right]$,

壓縮比 $\gamma_v = \frac{V_1}{V_2}$ ，斷油比 $\gamma_c = \frac{V_4}{V_3}$ ，壓力比 $\gamma_p = \frac{P_3}{P_2}$ ，

空氣的等壓比熱 $C_p = 1.0035 \text{ kJ/kg} \cdot \text{°K}$ ，等容比熱 $C_v = 0.716 \text{ kJ/kg} \cdot \text{°K}$

- (一) 請繪出該循環之 T-S 圖及 P-V 圖(相對應點請以 1、2、3 等標示) (5 分)
- (二) 此循環的最大壓力(kPa) (5 分)
- (三) 此循環的最高溫度(°K) (5 分)
- (四) 此循環的熱效率 η_{Dual} (%) (5 分)

三、有一剛性絕熱容器以隔板分成兩部分，一邊裝 0.5 kg，300 °K，200 kPa 的氮氣，另一邊裝 1 kg，500 °K，400 kPa 的氦氣，當隔板抽離後均勻混合達到平衡狀態時，試求下列各項：(計算至小數點後第 2 位，以下四捨五入) (15 分)

提示：各氣體均為理想氣體，通用氣體常數 $R_u = 8.31 \text{ kJ/kg-mole} \cdot \text{°K}$

	分子量 M (kg/kg-mole)	氣體常數 R (kJ/kg-mole·°K)	等壓比熱 C_p (kJ/kg·°K)	等容比熱 C_v (kJ/kg·°K)
N ₂	28	0.30	1.0399	0.7431
He	4	2.08	5.1954	3.1189

- (一) 最後的平衡溫度(°K) (8 分)
- (二) 最後的平衡壓力(kPa) (7 分)



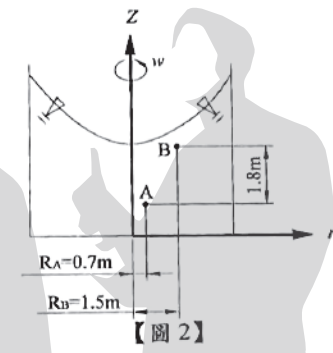
經濟部國營事業考場限時優惠

即日起至108/11/30止，憑本人「108年國營事業准考證」預報課程即享優惠！相關課程皆有優惠，機不可失。請速洽全國三民輔考(本活動之雙效課程優惠僅為台北地區，台北以外地區請洽服務人員)

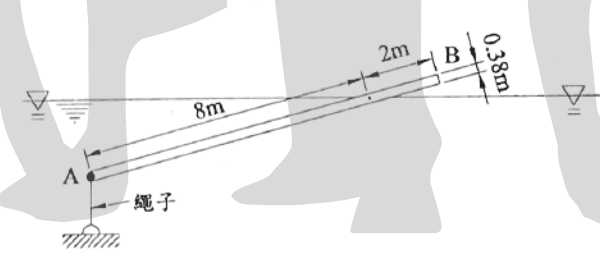
1 鐵路員級+國營事業二合一		2 經濟部國營事業 機械工程、電機			3 經濟部國營事業 儀電			4 經濟部國營事業 企管類			5 台電新進人員 綜合行政			6 台電新進人員 配電線路、輸電變電			7 台電新進人員 儀電機械			8 中華郵政 內勤			9 中華郵政 外勤				
考場優惠價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	雲端	面授	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	
40,800元	45,800元	16,800元	21,800元	25,800元	13,800元	18,800元	22,800元	18,800元	16,800元	24,800元	27,800元	16,800元	18,800元	21,800元	23,800元	13,800元	15,800元	18,800元	15,800元	18,800元	22,800元	12,800元	14,800元	15,800元	6,800元	8,800元	9,800元

台北總部	台北市中正區重慶南路一段13號3樓	02-2388-1051	雲林斗六	雲林縣斗六市民生路170號2樓	05-770-6691
台北站前	台北市中正區重慶南路一段1-2號1樓	02-2311-6296	嘉義站前	嘉義市西區中山路578號1樓	05-320-9389
新北板橋	新北市板橋區館前東路50號1樓	02-2951-8880	台南新營	台南市新營區新進路14號	06-703-0899
桃園南崁	桃園市蘆竹區中正路227號1樓	03-271-6612	台南成功	台南市中西區成功路25號1樓	06-703-4455
桃園站前	桃園市桃園區復興路173號1樓	03-271-4658	高雄梅梓	高雄市楠梓區建楠路22號1樓	07-972-1068
桃園中壢	桃園市中壢區中山路66號2樓	03-275-0001	高雄站前	高雄市三民區建國二路219號1樓	07-976-8899
新竹站前	新竹市東區東門街64號1樓	03-621-4368	高雄鳳山	高雄市鳳山區光遠路422號1樓	07-976-9838
台中復興	台中市復興路四段80號1樓	04-3702-5858	屏東光復	屏東縣屏東市光復路120號1樓	08-821-8800
台中站前	台中市西區綠川西街85號1樓	04-3707-3723	屏東中山	屏東縣屏東市中山路28號1樓	08-821-9199
台中逢甲	台中市西屯區青海路二段365號1樓	04-3707-4556	屏東潮州	屏東縣潮州鎮延平路209號1樓	08-820-3097
彰化員林	彰化縣員林市中山路二段85-11號1樓	04-706-0188			

四、有一圓桶容器內裝有水($\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$)如【圖2】所示，以穩定角速度 ω 對中心軸旋轉。自由液面呈拋物線形液面，A點半徑0.7 m，B點半徑為1.5 m，又B點比A點高1.8 m，若欲使A、B兩點的壓力相同，試求所需旋轉的角速度 ω 為何(rad/sec)?(計算至小數點後第2位，以下四捨五入)(15分)



五、有一均勻材質的木棍 AB，其截面為直徑 0.38 m 之圓形，其一端有繩子拉住於水面下如【圖3】所示。試求下列各項：(計算至小數點後第2位，以下四捨五入)(20分)
 (一)木棍的比重(10分)
 (二)繩子的張力(kN)(10分)



六、兩大池面之海拔高度相差 48 m，今有一水泵裝設內徑 0.38 m，長 150 m 的水管將下池的水抽到上池。水管的摩擦係數 f 為 0.03，其揚程 H 與送水量 Q 的關係式為 $H = 149 - 20Q^2$ ，其中 H 與 Q 的單位分別為 m， m^3/sec 。試求流量 Q 為何(m^3/sec)?(計算至小數點後第2位，以下四捨五入)(15分)

(108 經濟部 - 機械)

(一)由 2-3 及 4-1 之能量守恆可得

$$\begin{aligned} \rho g h_2 - \rho g h_3 &= \rho \Delta h_{23} \\ \rho g h_4 - \rho g h_1 &= \rho \Delta h_{41} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \rho h_2 = h_3 & \text{--- ①} \\ \rho h_4 = h_1 & \text{--- ②} \end{cases}$$

其中

(i) 1-2:

$$h_1 = h_f @ p_1 = 191.83 \text{ (kJ/kg)}$$

$$v_1 = v_f @ p_1 = 0.00101 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

$$w_p = v_1 (p_2 - p_1) = 0.00101 (6 \times 10^3 - 10) = 6.05 \text{ (kJ/kg)}$$

$$h_2 = h_1 + w_p = 197.88 \text{ (kJ/kg)}$$

(ii) 3-4:

$$h_3 = h_g @ p_3 = 2784.3 \text{ (kJ/kg)}$$

$$s_3 = s_g @ p_3 = 5.8892 \text{ (kJ/kg-k)}$$

$$h_4 = h @ p_4, s_4 = s_3 = 1866.84 \text{ (kJ/kg)}$$

代入 ①② 可得



經濟部國營事業考場限時優惠

即日起至108/11/30止，憑本人「108年國營事業准考證」預報課程即享優惠！相關課程皆有優惠，機不可失。請速洽全國三民輔考(本活動之雙效課程優惠價為台北地區，台北以外地區請洽服務人員)

① 鐵路員級+國營事業二合一		② 經濟部國營事業 機械工程、電機			③ 經濟部國營事業 儀電			④ 經濟部國營事業 企管類			⑤ 台電新進人員 綜合行政			⑥ 台電新進人員 配電線路、輸電變電			⑦ 台電新進人員 儀電機械			⑧ 中華郵政 內勤			⑨ 中華郵政 外勤				
考場優惠價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	雲端	面授	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	
40,800元	45,800元	16,800元	21,800元	25,800元	13,800元	18,800元	22,800元	18,800元	16,800元	24,800元	27,800元	16,800元	18,800元	21,800元	23,800元	13,800元	15,800元	18,800元	15,800元	18,800元	22,800元	12,800元	14,800元	15,800元	6,800元	8,800元	9,800元

台北總部	台北市中正區重慶南路一段13號3樓	02-2388-1051	雲林斗六	雲林縣斗六市民生路170號2樓	05-770-6691
台北站前	台北市中正區重慶南路一段1-2號1樓	02-2311-6296	嘉義站前	嘉義市西區中山路578號1樓	05-320-9389
新北板橋	新北市板橋區館前東路50號1樓	02-2951-8880	台南新營	台南市新營區新進路14號	06-703-0899
桃園南崁	桃園市蘆竹區中正路227號1樓	03-271-6612	台南中山	台南市中西區中山路91號3樓	06-703-4516
桃園站前	桃園市桃園區復興路173號1樓	03-271-4658	台南成功	台南市中西區成功路25號1樓	06-703-4455
桃園中壢	桃園市中壢區中山路66號2樓	03-275-0001	高雄楠梓	高雄市楠梓區建楠路22號1樓	07-972-1068
新竹站前	新竹市東區東門街64號1樓	03-621-4368	高雄站前	高雄市三民區建國二路219號1樓	07-976-8899
台中復興	台中市復興路四段80號1樓	04-3702-5858	高雄鳳山	高雄市鳳山區光遠路422號1樓	07-976-9838
台中站前	台中市區綠川西街85號1樓	04-3707-3723	屏東光復	屏東縣屏東市光復路120號1樓	08-821-8800
台中逢甲	台中市西屯區青海路二段365號1樓	04-3707-4556	屏東中山	屏東縣屏東市中山路28號1樓	08-821-9199
彰化員林	彰化縣員林市中山路二段85-11號1樓	04-706-0188	屏東潮州	屏東縣潮州鎮延平路209號1樓	08-820-3097

2

$$\begin{cases} q_H = 2784.3 - 197.88 = 2586.42 \text{ (kJ/kg)} \\ q_L = 1866.84 - 191.83 = 1675.01 \text{ (kJ/kg)} \end{cases}$$

故此循環熱效率為

$$\eta = 1 - \frac{q_L}{q_H} = 0.35 \text{ (35\%)}$$

(一) 小蒸汽之流量速率為

$$\dot{m} = \frac{\dot{W}}{w} = \frac{\dot{W}}{q_H - q_L} = \frac{30 \times 10^3}{2586.42 - 1675.01} = 32.92 \text{ (kg/s)}$$

(一) T-s 圖

(二) 1-2: $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{k-1} = V^{k-1}$

3-4: $q_{34} = 1600 \text{ kJ/kg}$
 4-5: $q_{45} = 800 \text{ kJ/kg}$
 $P_1 = 100 \text{ kPa}, T_1 = 25^\circ\text{C}$
 $r = \frac{V_1}{V_2} = 10$

3

$$\Rightarrow \begin{cases} T_2 = T_1 V^{k-1} = 298 (10)^{k-1} = 748.54 \text{ (K)} \\ P_2 = P_1 V^k = 100 (10)^k = 2511.89 \text{ (kPa)} \end{cases}$$

2-3:

$$q_{23} = \Delta u_{23} = C_v (T_3 - T_2)$$

$$\Rightarrow T_3 = T_2 + \frac{q_{23}}{C_v} = 748.54 + \frac{1600}{0.716} = 2983.18 \text{ (K)}$$

$$V_3 = V_2 = \frac{RT_2}{P_2} = \frac{0.287 (748.54)}{2511.89} = 0.0855 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

循環之最大壓力為

$$P_{\max} = P_3 = \frac{RT_3}{V_3} = \frac{0.287 (2983.18)}{0.0855} = 10013.72 \text{ (kPa)}$$

(三) 3-4:

$$q_{34} = \Delta h_{34} = C_p (T_4 - T_3)$$

$$\Rightarrow T_4 = T_3 + \frac{q_{34}}{C_p} = 2983.18 + \frac{800}{1.0035}$$

循環之最高溫度為

$$T_{\max} = T_4 = 3780.39 \text{ (K)}$$

(四) 4-5:

$$V_4 = \frac{RT_4}{P_4} = \frac{0.287 (3780.39)}{10013.72} = 0.1083 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$



經濟部國營事業考場限時優惠

即日起至108/11/30止，憑本人「108年國營事業准考證」預報課程即享優惠！相關課程皆有優惠，機不可失。請速洽全國三民輔考(本活動之雙效課程優惠價為台北地區，台北以外地區請洽服務人員)

1 鐵路員級+國營事業二合一		2 經濟部國營事業 機械工程、電機			3 經濟部國營事業 儀電			4 經濟部國營事業 企管類			5 台電新進人員 綜合行政			6 台電新進人員 配電線路、輸電變電			7 台電新進人員 儀電機械			8 中華郵政 內勤			9 中華郵政 外勤				
考場優惠價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	雲端	面授	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	考場優惠價	雙效合一價	DVD	
40,800元	45,800元	16,800元	21,800元	25,800元	13,800元	18,800元	22,800元	18,800元	16,800元	24,800元	27,800元	16,800元	18,800元	21,800元	23,800元	13,800元	15,800元	18,800元	15,800元	18,800元	22,800元	12,800元	14,800元	15,800元	6,800元	8,800元	9,800元

台北總部	台北市中正區重慶南路一段13號3樓	02-2388-1051
台北站前	台北市中正區重慶南路一段12號1樓	02-2311-6296
新北板橋	新北市板橋區館前東路50號1樓	02-2951-8880
桃園南崁	桃園市蘆竹區中正路227號1樓	03-271-6612
桃園站前	桃園市桃園區復興路173號1樓	03-271-4658
桃園中壢	桃園市中壢區中山路66號2樓	03-275-0001
新竹站前	新竹市東區東門街64號1樓	03-621-4368
台中復興	台中市復興路四段80號1樓	04-3702-5858
台中站前	台中市西區綠川西街85號1樓	04-3707-3723
台中逢甲	台中市西屯區青海路二段365號1樓	04-3707-4556
彰化員林	彰化縣員林市中山路二段85-11號1樓	04-706-0188

雲林斗六	雲林縣斗六市民生路170號2樓	05-770-6691
嘉義站前	嘉義市西區中山路578號1樓	05-320-9389
台南新營	台南市新營區新進路14號	06-703-0899
台南中山	台南市中西區中山路91號3樓	06-703-4516
台南成功	台南市中西區成功路25號1樓	06-703-4455
高雄楠梓	高雄市楠梓區建楠路22號1樓	07-972-1068
高雄站前	高雄市三民區建國二路219號1樓	07-976-8899
高雄鳳山	高雄市鳳山區光遠路422號1樓	07-976-9838
屏東光復	屏東縣屏東市光復路120號1樓	08-821-8800
屏東中山	屏東縣屏東市中山路28號1樓	08-821-9199
屏東潮州	屏東縣潮州鎮延平路209號1樓	08-820-3097

4

$$U_5 = U_1 = V U_2 = 10(0.0855) = 0.855 \text{ (m}^3/\text{kg)}$$

$$T_5 = T_4 \left(\frac{U_4}{U_5} \right)^{k-1} = 3780.39 \left(\frac{0.083}{0.855} \right)^{1.4-1} = 1654.25 \text{ (K)}$$

5-1 =

$$q_L = -\Delta U_{51} = C_v(T_5 - T_1) = 0.716(1654.25 - 298)$$

$$= 971.08 \text{ (kJ/kg)}$$

此循環之熱效率為

$$\eta_{\text{Dual}} = 1 - \frac{q_L}{q_H} = 1 - \frac{971.08}{1600 + 800} = 0.5954 \text{ (59.54\%)}$$

三

N_2	He
$m = 0.5 \text{ kg}$	$m = 1 \text{ kg}$
$T_1 = 300 \text{ K}$	$T_1 = 500 \text{ K}$
$P_1 = 200 \text{ kPa}$	$P_1 = 400 \text{ kPa}$

$$R_{N_2} = \frac{R_u}{M_{N_2}} = \frac{8.31}{28} = 0.297 \text{ (kJ/kg}\cdot\text{K)}$$

$$R_{He} = \frac{R_u}{M_{He}} = \frac{8.31}{4} = 2.078 \text{ (kJ/kg}\cdot\text{K)}$$

(一) 取整個容器為系統，由能量守恆可得

$$\Delta U = 0$$

$$\Rightarrow \Delta U_{N_2} + \Delta U_{He} = 0$$

$$\Rightarrow [m C_v (T_2 - T_1)]_{N_2} + [m C_v (T_2 - T_1)]_{He} = 0$$

$$\Rightarrow 0.5(0.7431)(T_2 - 300) + 1(3.1189)(T_2 - 500) = 0$$

5

故平衡溫度為

$$T_2 = 478.71 \text{ (K)}$$

(二)

$$P_2 = \frac{N_2 R_u T_2}{V_2}$$

其中

$$(i) N_{N_2} = \left(\frac{m}{M} \right)_{N_2} = \frac{0.5}{28} = 0.02 \text{ (kmol)}$$

$$N_{He} = \left(\frac{m}{M} \right)_{He} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ (kmol)}$$

$$N_2 = N_{N_2} + N_{He} = 0.27 \text{ (kmol)}$$

$$(ii) V_{N_2} = \left(\frac{m R T_1}{P_1} \right)_{N_2} = \frac{0.5(0.297)(300)}{200} = 0.22 \text{ (m}^3)$$

$$V_{He} = \left(\frac{m R T_1}{P_1} \right)_{He} = \frac{1(2.078)(500)}{400} = 2.6 \text{ (m}^3)$$

$$V_2 = V_{N_2} + V_{He} = 2.82 \text{ (m}^3)$$

代入(二)可得，平衡壓力為

$$P_2 = \frac{0.27(8.31)(478.71)}{2.82} = 380.88 \text{ (kPa)}$$



經濟部國營事業考場限時優惠

即日起至108/11/30止，憑本人「108年國營事業准考證」預報課程即享優惠！相關課程皆有優惠，機不可失。請速洽全國三民輔考(本活動之雙效課程優惠價為台北地區，台北以外地區請洽服務人員)

① 鐵路員級+國營事業二合一		② 經濟部國營事業 機械工程、電機			③ 經濟部國營事業 備電			④ 經濟部國營事業 企管類			⑤ 台電新進人員 綜合行政			⑥ 台電新進人員 配電線路、輸電變電			⑦ 台電新進人員 備電機械			⑧ 中華郵政 內勤			⑨ 中華郵政 外勤				
考場優惠價	DVD (另加押金1,000)	考場優惠價	雙效合一價	DVD (另加押金1,000)	考場優惠價	雙效合一價	DVD (另加押金1,000)	雲端	面授	雙效合一價	DVD (另加押金1,000)	考場優惠價	雙效合一價	DVD (另加押金1,000)	考場優惠價	雙效合一價	DVD (另加押金1,000)	考場優惠價	雙效合一價	DVD (另加押金1,000)	考場優惠價	雙效合一價	DVD (另加押金1,000)	考場優惠價	雙效合一價	DVD (另加押金1,000)	
40,800元	45,800元	16,800元	21,800元	25,800元	13,800元	18,800元	22,800元	18,800元	16,800元	24,800元	27,800元	16,800元	18,800元	21,800元	23,800元	13,800元	15,800元	18,800元	15,800元	18,800元	22,800元	12,800元	14,800元	15,800元	6,800元	8,800元	9,800元

- 台北總部 | 台北市中正區重慶南路一段13號3樓 02-2388-1051
- 台北站前 | 台北市中正區重慶南路一段1-2號1樓 02-2311-6296
- 新北板橋 | 新北市板橋區館前東路50號1樓 02-2951-8880
- 桃園南崁 | 桃園市蘆竹區中正路227號1樓 03-271-6612
- 桃園站前 | 桃園市桃園區復興路173號1樓 03-271-4658
- 桃園中壢 | 桃園市中壢區中山路66號2樓 03-275-0001
- 新竹站前 | 新竹市東區東門街64號1樓 03-621-4368
- 台中復興 | 台中市復興路四段80號1樓 04-3702-5858
- 台中站前 | 台中市中國路川西街85號1樓 04-3707-3723
- 台中逢甲 | 台中市西屯區青海路二段365號1樓 04-3707-4556
- 彰化員林 | 彰化縣員林市中山路二段85-11號1樓 04-706-0188

- 雲林斗六 | 雲林縣斗六市民生路170號2樓 05-770-6691
- 嘉義站前 | 嘉義市西區中山路578號1樓 05-320-9389
- 台南新營 | 台南市新營區新進路14號 06-703-0899
- 台南中山 | 台南市中西區中山路91號3樓 06-703-4516
- 台南成功 | 台南市中西區成功路25號1樓 06-703-4455
- 高雄楠梓 | 高雄市楠梓區建楠路22號1樓 07-972-1068
- 高雄站前 | 高雄市三民區建國二路219號1樓 07-976-8899
- 高雄鳳山 | 高雄市鳳山區光遠路422號1樓 07-976-9838
- 屏東光復 | 屏東縣屏東市光復路120號1樓 08-821-8800
- 屏東中山 | 屏東縣屏東市中山路28號1樓 08-821-9199
- 屏東潮州 | 屏東縣潮州鎮延平路209號1樓 08-820-3097

四 此三流場之壓力係以量變化為

$$dp = \rho r \omega^2 dr - \rho g dz$$

積分可得

$$\int_{P_A}^{P_B} dp = \rho \omega^2 \int_{R_A}^{R_B} r dr - \rho g \int_{z_A}^{z_B} dz$$

因為 $P_A = P_B$ ，故上式變成

$$0 = \frac{1}{2} \omega^2 (R_B^2 - R_A^2) - gh$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2gh}{R_B^2 - R_A^2}} = \sqrt{\frac{2(9.81)(1.8)}{1.5^2 - 0.7^2}} = 4.28 \text{ (rad/s)}$$

五

(-) 取A點為力矩中心可得

$$\sum M_A = 0$$

$$\Rightarrow W \times \frac{L}{2} \cos \theta - F_B \times \frac{L'}{2} \cos \theta = 0$$

六

$$\Rightarrow s \gamma_{ik} \left(\frac{\pi}{4} D^2 L \right) \frac{L}{2} - \gamma_{ik} \left(\frac{\pi}{4} D^2 L' \right) \frac{L'}{2} = 0$$

$$\Rightarrow s = \left(\frac{L'}{L} \right)^2 = \left(\frac{8}{10} \right)^2$$

故木棍之比重為

$$s = 0.64$$

(-) 力平衡方程式為

$$T = F_B - W = \gamma_{ik} \left(\frac{\pi}{4} D^2 L' \right) - s \gamma_{ik} \left(\frac{\pi}{4} D^2 L \right)$$

$$= \frac{\pi}{4} D^2 \gamma_{ik} (L' - sL) = \frac{\pi}{4} (0.38)^2 (9810) [8 - 0.64(10)]$$

故繩子的張力為

$$T = 1780 \text{ (N)} = 1.78 \text{ (kN)}$$

由能量方程式為

$$z_2 - z_1 = 48 \text{ m}$$

$$D = 0.38 \text{ m}, L = 150 \text{ m}$$

$$f = 0.03$$

$$h_p = H = 149 - 20Q^2$$



經濟部國營事業考場限時優惠

即日起至108/11/30止，憑本人「108年國營事業准考證」預報課程即享優惠！相關課程皆有優惠，機不可失。請速洽全國三民輔考(本活動之雙效課程優惠價為台北地區，台北以外地區請洽服務人員)

1 鐵路員級+國營事業二合一 考場優惠價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 40,800元 45,800元	2 經濟部國營事業 機械工程、電機 考場優惠價 雙效合一價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 16,800元 21,800元 25,800元	3 經濟部國營事業 儀電 考場優惠價 雙效合一價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 13,800元 18,800元 22,800元	4 經濟部國營事業 企管類 雲端 面授 雙效合一價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 18,800元 16,800元 24,800元 27,800元	5 台電新進人員 綜合行政 面授 考場優惠價 雙效合一價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 16,800元 18,800元 21,800元 23,800元	6 台電新進人員 配電線路、輸電變電 考場優惠價 雙效合一價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 13,800元 15,800元 18,800元	7 台電新進人員 儀電機械 考場優惠價 雙效合一價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 15,800元 18,800元 22,800元	8 中華郵政 內勤 考場優惠價 雙效合一價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 12,800元 14,800元 15,800元	9 中華郵政 外勤 考場優惠價 雙效合一價 DVD 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 費 額 (另加押金1,000) 6,800元 8,800元 9,800元
--	---	--	---	--	--	---	---	--

台北總部 台北市中正區重慶南路一段13號3樓 02-2388-1051	台北站前 台北市中正區重慶南路一段1-2號1樓 02-2311-6296
新北板橋 新北市板橋區館前東路50號1樓 02-2951-8880	桃園南崁 桃園市蘆竹區中正路227號1樓 03-271-6612
桃園站前 桃園市桃園區復興路173號1樓 03-271-4658	桃園中壢 桃園市中壢區中山路66號2樓 03-275-0001
新竹站前 新竹市東區東門街64號1樓 03-621-4368	台中復興 台中市復興路四段80號1樓 04-3702-5858
台中站前 台中市西區綠川西街85號1樓 04-3707-3723	台中逢甲 台中市西屯區青海路二段365號1樓 04-3707-4556
彰化員林 彰化縣員林市中山路二段85-11號1樓 04-706-0188	

雲林斗六 雲林縣斗六市民生路170號2樓 05-770-6691	嘉義站前 嘉義市西區中山路578號1樓 05-320-9389
台南新營 台南市新營區新進路14號 06-703-0899	台南成功 台南市中西區成功路25號1樓 06-703-4455
台南中山 台南市中西區中山路91號3樓 06-703-4516	高雄成功 台南市中西區成功路25號1樓 06-703-4455
高雄楠梓 高雄市楠梓區建楠路22號1樓 07-972-1068	高雄站前 高雄市三民區建國二路219號1樓 07-976-8899
高雄鳳山 高雄市鳳山區光遠路422號1樓 07-976-9838	屏東光復 屏東縣屏東市光復路120號1樓 08-821-8800
屏東中山 屏東縣屏東市中山路28號1樓 08-821-9199	屏東潮州 屏東縣潮州鎮延平路209號1樓 08-820-3097

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_p = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_L \dots \text{--- } \textcircled{1}$$

其中
 (i) $P_1 = P_2 = P_{atm}$
 (ii) $V_1 = V_2 = 0$
 (iii) $z_2 - z_1 = 48 \text{ (m)}$
 (iv) $\bar{V} = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} (0.38)^2} = 8.82Q$
 (v) 由 Darcy 公式可得

$$h_L = f \frac{L \bar{V}^2}{D 2g} = 0.03 \frac{150 (8.82Q)^2}{0.38 \cdot 2(9.81)} = 46.95Q^2$$

代入 $\textcircled{1}$ 可得

$$149 - 20Q^2 = 48 + 46.95Q^2$$

故流量為

$$Q = 1.23 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

3people