



| | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|--|--|
| 1 鐵員國營二合一 | 2 郵政專業職(內勤) | 3 郵政專業職(外勤) | 4 高考 | 5 普考 | 6 110經濟部 |
| 雲端考生價 \$40800 | 雲端考生價 \$12800 | 雲端考生價 \$8800 | 電力/電子/機械(高雄) 雙效考生價 (面授+雲端) \$43800 | 電力/電子/機械(高雄) 雙效考生價 (面授+雲端) \$40800 | 機械(新竹) 雙效考生價 (面授+雲端) \$26800 |
| DVD考生價 另加押金1000 \$45800 | 台北面授 雙效考生價 \$14800 | 台北面授 雙效考生價 \$10800 | 資訊處理(桃園) 雙效考生價 (面授+雲端) \$37800 | 資訊處理(桃園) 雙效考生價 (面授+雲端) \$34800 | |

全國服務 www.3people.com.tw (申論題型為名師親答，正確解答依考選部公告為準)

| | |
|--|-------------------------------------|
| 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502號 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 |
| 桃園南崁 桃園市蘆竹區中正路227號1樓 03-271-6612 | 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 04-3702-6858 | 屏東光復 屏東縣屏東市光復路120號1樓 08-821-8800 |
| 台中站前 台中市西區中區川西街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 | |

經濟部所屬事業機構 109 年新進職員甄試試題

節次：第三節

類別：機械

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 2 頁(A4 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所索取。 |
| | 6. 考試時間：120 分鐘。 |

一、對理想氣體而言，請推導內能 u 、等容比熱 C_v 及溫度 T 之關係為 $\Delta u = C_v \Delta T$ 。(10 分)

二、在一使用空氣為工作流體之布雷登(Brayton)循環中，其空氣壓縮機壓縮比為 12，進入空氣壓縮機(compressor)及氣渦輪機(turbine)之空氣溫度分別為 300 K 及 1000 K，空氣之等壓比熱值為 1.005 kJ/kg·K，請計算下列各項(計算至小數點後第 1 位，以下四捨五入)。(共 2 題，共 25 分)

(一) 假設空氣壓縮機(compressor)及氣渦輪機(turbine)之等熵效率(isentropic efficiency)皆為 100% 時，計算淨輸出功率為 30 MW 時，所需之空氣質量流率？(15 分)

(二) 假設空氣壓縮機(compressor)及氣渦輪機(turbine)之等熵效率(isentropic efficiency)皆為 80% 時，計算淨輸出功率為 30 MW 時，所需之空氣質量流率？(10 分)

三、一氣體燃料之體積分分析為 CH_4 ：62%、 H_2 ：28%、 N_2 ：10%，若此燃料與 120% 之理論空氣量完全燃燒，試求空氣燃料比(計算至小數點後第 3 位，以下四捨五入)。(15 分)

四、伯努利方程式(Bernoulli equation)為簡化之能量方程式，請回答下列問題：(共 4 題，共 20 分)

(一) 請寫出伯努利方程式(寫出方程式即可，不必推導)。(2 分)

(二) 伯努利方程式成立之流場條件為何？(6 分)

(三) 若伯努利方程式以 $A+B+C=D$ 表示時，請回答方程式中 A 、 B 、 C 、 D 之物理意義為何？(6 分)

(四) 請簡述皮托管(Pitot tube)之工作原理及如何求得流場流速？(6 分)

五、請寫出下列無因次參數之定義及其物理意義：(5 題，每題 2 分，共 10 分)

(一) 雷諾數(Reynolds number)

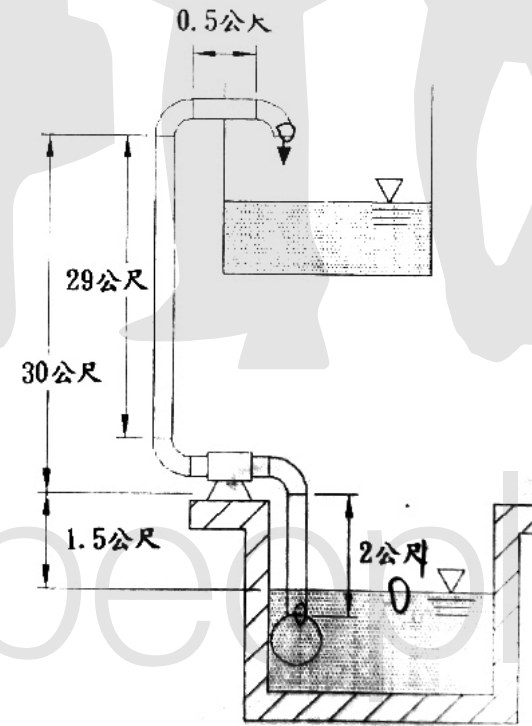
(二) 歐拉數(Euler number)

(三) 福祿數(Froude number)

(四) 韋伯數(Weber number)

(五) 馬赫數(Mach number)

六、如【圖 1】所示，抽水機(效率為 0.7)自池塘將水抽至 30 公尺高之水塔，管路口處低於水面下 0.5 公尺，輸送管管徑為 15 公分，摩擦係數 0.02，90 度彎頭之能量損失係數為 0.75，管路口及出口之能量損失係數各為 0.5 及 0.04，請問抽水量為 0.015 立方公尺/秒時，所需之抽水機功率為何(以馬力表示，計算主要損失時請忽略彎頭長度，計算至小數點後第 2 位，以下四捨五入)？(20 分)



【圖 1】



經濟部國營聯招考場限時優惠

即日起至109/11/22止，憑本人「109年國營聯招考證」預報課程即享優惠！
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 鐵員國營二合一 | | 2 郵政專業職(內勤) | | | 3 郵政專業職(外勤) | | | 4 高考 | | 5 普考 | | 6 110經濟部 |
|-----------|--------------------|-------------|---------------|--------------------|-------------|---------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 雲端考生價 | DVD考生價 另加押金1000 | 雲端考生價 | 台北面授 雙效考生價 | DVD考生價 另加押金1000 | 雲端考生價 | 台北面授 雙效考生價 | DVD考生價 另加押金1000 | 電力/電子/機械(高雄) 雙效考生價 (面授+雲端) | 資訊處理(桃園) 雙效考生價 (面授+雲端) | 電力/電子/機械(高雄) 雙效考生價 (面授+雲端) | 資訊處理(桃園) 雙效考生價 (面授+雲端) | 機械(新竹) 雙效考生價 (面授+雲端) |
| \$40800 | \$45800 | \$12800 | \$14800 | \$15800 | \$8800 | \$10800 | \$11800 | \$43800 | \$37800 | \$40800 | \$34800 | \$26800 |

全國服務 www.3people.com.tw (申請題型為名師親答，正確解答依考選部公告為準)

| | |
|--|-------------------------------------|
| 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502號 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 |
| 桃園南崁 桃園市蘆竹區中正路227號1樓 03-271-6612 | 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60號1樓 04-3702-6858 | 屏東光復 屏東縣屏東市光復路120號1樓 08-821-8800 |
| 台中站前 台中市區線川西街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 | |

(109經濟部機械) (熱力：1~3)

內附關係式為

$$du = C_v dT + [T(\frac{\partial p}{\partial T})_v - p] ds$$

將狀態方程式代入上式可得

$$du = C_v dT + [T \frac{2}{3} (\frac{RT}{v} - p)] ds$$

$$= C_v dT + (\frac{RT}{v} - p) ds$$

$$\Rightarrow du = C_v dT$$

若 $C_v = \text{const}$, 則上式積分可得內能變化量為

$$\Delta u = C_v \Delta T$$

(-)

由2→3及3→4之熱量分別可得

$$q_{23} = w_{23} = \Delta h_{23}$$

$$q_{34} = w_{34} = \Delta h_{34}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} q_H = C_p (T_3 - T_2) & \text{--- (1)} \\ q_L = C_p (T_4 - T_1) & \text{--- (2)} \end{cases}$$

其中由1→2及3→4可得

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = T_1 \frac{p_2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{p_1^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} = 300 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} = 610.2 \text{ (K)}$$

$$T_4 = T_3 \left(\frac{p_4}{p_3}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = T_3 \frac{1}{\left(\frac{p_3}{p_4}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} = 1000 \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1.4-1}{1.4}}} = 491.7 \text{ (K)}$$

代入(1)可得

$$\begin{cases} q_H = 1.005 (1000 - 610.2) = 391.7 \text{ (kJ/kg)} \\ q_L = 1.005 (491.7 - 300) = 192.7 \text{ (kJ/kg)} \end{cases}$$

所需之空氣質量流率 (\dot{m}) 為

$$\dot{m} = \frac{\dot{W}_{out, net}}{w_{out, net}} = \frac{\dot{W}_{out, net}}{q_H - q_L} = \frac{30 \times 10^3}{391.7 - 192.7}$$

$$= 150.8 \text{ (kg/s)}$$

(-) 由等熵效率定義可得

$$\begin{cases} \eta_c = \frac{w_{c,s}}{w_c} = \frac{T_2 - T_1}{T_{2a} - T_1} \\ \eta_T = \frac{w_T}{w_{T,s}} = \frac{T_3 - T_{4a}}{T_3 - T_4} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 0.8 = \frac{610.2 - 300}{T_{2a} - 300} \\ 0.8 = \frac{1000 - T_{4a}}{1000 - 491.7} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T_{2a} = 687.8 \text{ (K)} \\ T_{4a} = 593.4 \text{ (K)} \end{cases}$$

代入(2)可得

$$\begin{cases} q_H = 1.005 (1000 - 687.8) = 313.8 \text{ (kJ/kg)} \\ q_L = 1.005 (593.4 - 300) = 294.9 \text{ (kJ/kg)} \end{cases}$$

所需之質量流率 (\dot{m}) 為

$$\dot{m} = \frac{30 \times 10^3}{313.8 - 294.9} = 1587.3 \text{ (kg/s)}$$



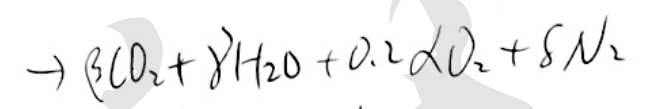
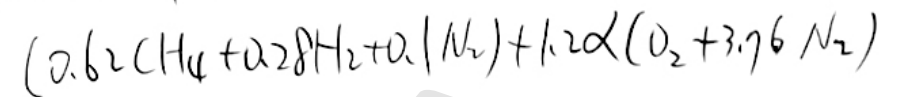
| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|---|--|
| 1 鐵員國營二合一 雲端考生價 \$40800 DVD考生價 另加押金1000 \$45800 | | 2 郵政專業職(內勤) 雲端考生價 \$12800 台北面授 雙效考生價 \$14800 DVD考生價 另加押金1000 \$15800 | | | 3 郵政專業職(外勤) 雲端考生價 \$8800 台北面授 雙效考生價 \$10800 DVD考生價 另加押金1000 \$11800 | | | 4 高考 電力/電子/機械(高雄) 雙效考生價 (面授+雲端) \$43800 資訊處理(桃園) 雙效考生價 (面授+雲端) \$37800 | | 5 普考 電力/電子/機械(高雄) 雙效考生價 (面授+雲端) \$40800 資訊處理(桃園) 雙效考生價 (面授+雲端) \$34800 | | 6 110經濟部 機械(新竹) 雙效考生價 (面授+雲端) \$26800 | |
|---|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|---|--|

全國服務 www.3people.com.tw (申論題型為名師親答，正確解答依考選部公告為準)

| | |
|--|-------------------------------------|
| 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502號 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 |
| 桃園南崁 桃園市蘆竹區中正路227號1樓 03-271-6612 | 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60號1樓 04-3702-6858 | 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 | |

(109經濟部機械) (流力：4~6)

三. 反應方程式

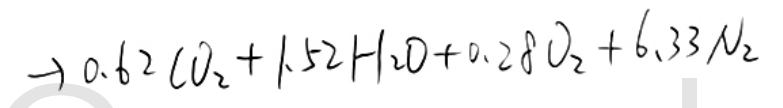
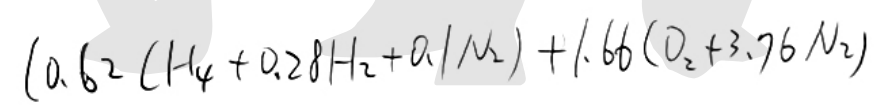


其中由各元素質量守恆可得

$$\begin{cases} C: 0.62 = \beta \\ H: 0.62(4) + 0.28(2) = 2\gamma \\ N_2: 0.1 + 1.2\alpha(3.76) = \delta \\ O_2: 1.2\alpha = \beta + \frac{1}{2}\gamma + 0.2\alpha \end{cases}$$

$$\Rightarrow \alpha = 1.38, \beta = 0.62, \gamma = 1.52, \delta = 6.33$$

故反應方程式為



空氣燃料比(A/F)為

$$A/F = \frac{m_{air}}{m_{fuel}} = \frac{N_{air} M_{air}}{N_{CH_4} M_{CH_4} + N_{H_2} M_{H_2} + N_{N_2} M_{N_2}}$$

$$= \frac{1.66(4.76)(28.97)}{0.62(16) + 0.28(2) + 0.1(28)} = 17.237 \left(\frac{kg-air}{kg-fuel} \right)$$

(四)

$$(一) P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g z = \text{const.}$$

(二) ① 靜流 ② 穩流 ③ 不可壓縮流 ④ 一流線沿線

$$\begin{aligned} (三) A &= P = \text{靜壓} \\ B &= \frac{1}{2}\rho V^2 = \text{動壓} \\ C &= \rho g z = \text{靜水靜壓} \\ D &= P + \frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g z = \text{全壓} \end{aligned}$$

(四) 吾人可藉由皮托管以量測停滯壓及靜壓差，即動壓，以求得流場流速。

由伯努利方程式可得流速為

$$V = \sqrt{\frac{2(P_2 - P_1)}{\rho}} = \sqrt{\frac{2P_g}{\rho}}$$

其中 P_g 為壓力錶之值，即動壓。



| ① 鐵員國營二合一 | | ② 郵政專業職(內勤) | | | ③ 郵政專業職(外勤) | | | ④ 高考 | | ⑤ 普考 | | ⑥ 110經濟部 |
|-----------|--------------------|-------------|---------------|--------------------|-------------|---------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 雲端考生價 | DVD考生價 另加押金1000 | 雲端考生價 | 台北面授 雙效考生價 | DVD考生價 另加押金1000 | 雲端考生價 | 台北面授 雙效考生價 | DVD考生價 另加押金1000 | 電力/電子/機械(高雄) 雙效考生價 (面授+雲端) | 資訊處理(桃園) 雙效考生價 (面授+雲端) | 電力/電子/機械(高雄) 雙效考生價 (面授+雲端) | 資訊處理(桃園) 雙效考生價 (面授+雲端) | 機械(新竹) 雙效考生價 (面授+雲端) |
| \$40800 | \$45800 | \$12800 | \$14800 | \$15800 | \$8800 | \$10800 | \$11800 | \$43800 | \$37800 | \$40800 | \$34800 | \$26800 |

全國服務 www.3people.com.tw (申論題型為名師解答，正確解答依考選部公告為準)

| | |
|--|-------------------------------------|
| 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502號 05-320-9389 |
| 新北板橋 新北市板橋區館前路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 |
| 桃園南崁 桃園市蘆竹區中正路227號1樓 03-271-6612 | 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60號1樓 04-3702-6858 | 屏東光復 屏東縣屏東市光復路120號1樓 08-821-8800 |
| 台中站前 台中市區線川西街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 | |

五. (-) 雷諾數 (Re)

$$Re \equiv \frac{\rho V L}{\mu} = \frac{\text{慣性力}}{\text{黏滯力}}$$

(=) 歐拉數 (Eu)

$$Eu \equiv \frac{\Delta p}{\rho V^2} = \frac{\text{壓力}}{\text{慣性力}}$$

(=) 福祿數 (Fr)

$$Fr \equiv \frac{V}{\sqrt{g L}} = \frac{\text{慣性力}}{\text{重力}}$$

(四) 韋伯數 (We)

$$We \equiv \frac{\rho V^2 L}{\sigma} = \frac{\text{慣性力}}{\text{表面張力}}$$

(五) 馬赫數 (M)

$$M \equiv \frac{V}{c} = \frac{\text{慣性力}}{\text{可壓縮力}}$$

六. 取池塘水面一點(點1)及管子出口(點2)代入能量方程式，可

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_p = \frac{p_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_{L,M} + h_{L,m} \quad \dots \textcircled{1}$$

其中

$$(i) p_1 = p_2 = p_{atm}$$

$$(ii) V_1 = 0, V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.015}{\frac{\pi}{4}(0.15)^2} = 0.85 \text{ (m/s)}$$

$$(iii) z_2 - z_1 = 3.0 + 1.5 = 3.15 \text{ (m)}$$

$$(iv) h_{L,M} = f \frac{L}{D} \frac{V_2^2}{2g} = 0.02 \frac{2.5 + 29 + 2}{0.15} \frac{(0.85)^2}{2(9.81)} = 0.15 \text{ (m)}$$

$$(v) h_{L,m} = \sum f_L \frac{V_2^2}{2g} = (4 \times 0.75 + 0.5 + 0.04) \frac{(0.85)^2}{2(9.81)} = 0.13 \text{ (m)}$$

代入①可得

$$h_p = \frac{(0.85)^2}{2(9.81)} + 3.15 + 0.15 + 0.13 = 3.82 \text{ (m)}$$

故所需之抽水機功率為 8.97 (hp)

$$\dot{W}_p = \frac{\rho Q g h_p}{\eta_p} = \frac{1000(0.015)(9.81)(3.82)}{0.7} = 6689.02 \text{ (W)}$$