

113 年公務人員普通考試試題

等 別：四等

類 科：機械工程

科 目：機械力學概要

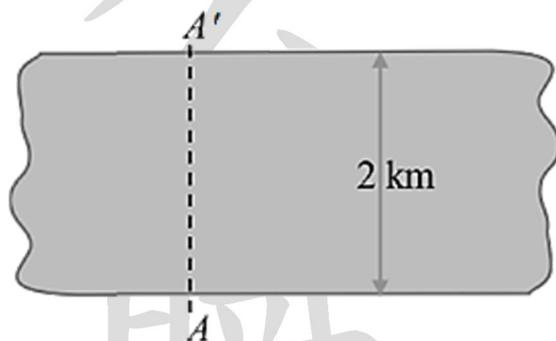
黃易老師解題

一、河寬 2 km，河水以 0.3 km/h 往右流動如下圖。一泳客由河之一岸 A 點出發，以垂直於並相對河流的速度 1 km/h 朝正對面的 A' 點游泳渡河。

(一)當泳客到達對岸時，距離 A' 點多遠？(10 分)

(二)泳客應如何游才能在抵達對岸時，剛好在 A' 點？(10 分)

(三)假如泳客因疲倦而無法保持等速，越游越慢，則對(二)的答案應如何調整才能使抵達對岸時，剛好在 A' 點？(5 分)

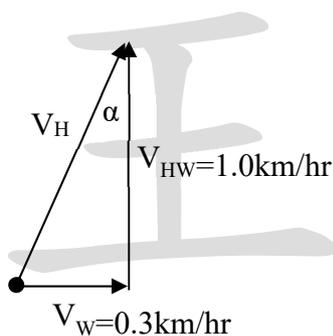


【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。

2. 《破題關鍵》：動力學第一章的相對運動題目，河水以 0.3 km/h 往右流動為水的絕對速度，以垂直於並相對河流的速度 1 km/h，即為人對水的相對速度。先求出抵達對岸時間(t)，再將之乘上水的絕對速度即為到達對岸時，距 A' 點向右偏離的距離。

【擬答】



(一)

1. 抵達對岸時間(t)

$$t = \frac{d}{V_{HW}} = \frac{2\text{km}}{1\text{km/hr}} = 2(\text{hr})$$

2. 當泳客到達對岸時，距 A' 點的距離(S)

$$S = V_W \times t = (0.3\text{km/hr}) \times (2\text{hr}) = 0.6(\text{km})$$

$$(二) \alpha = \tan^{-1} \frac{V_W}{V_{HW}} = \tan^{-1} \frac{0.3}{1.0} = 16.7^\circ$$

公職王歷屆試題 (113 普考)

ANS：(一)當泳客到達對岸時，距 A' 點的距離為向右偏離 0.6km 。

(二)泳客應向左偏 16.7° ，才能在抵達對岸時，剛好在 A' 點。

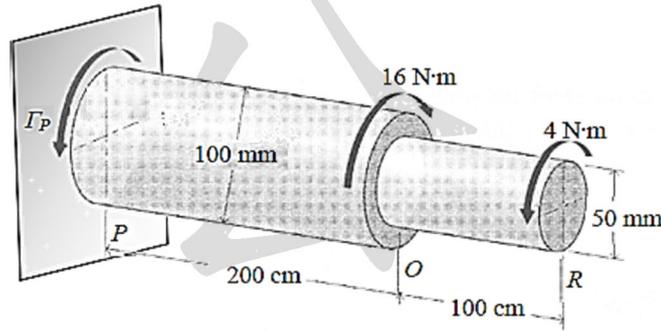
(三)假如泳客因疲倦而無法保持等速，越游越慢，則應加大向左偏的角度才能使抵達對岸時，剛好在 A' 點

二、剪力模數為 80 GPa 之均質實心軸受扭矩作用如下圖，軸在 P 端固定，試求：

(一)固定端的反作用扭矩 Γ_P 。(6 分)

(二)沿長軸方向各截面扭矩分布圖。(9 分)

(三)與受力前相較， R 截面的扭轉角。(10 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★。

2. 《破題關鍵》：材料力學第四章軸的強度。先分段取自由體圖，可以得到 \overline{RO} 、 \overline{OP} 兩段的扭矩，再代入扭轉角公式可得 R 截面的扭轉角。

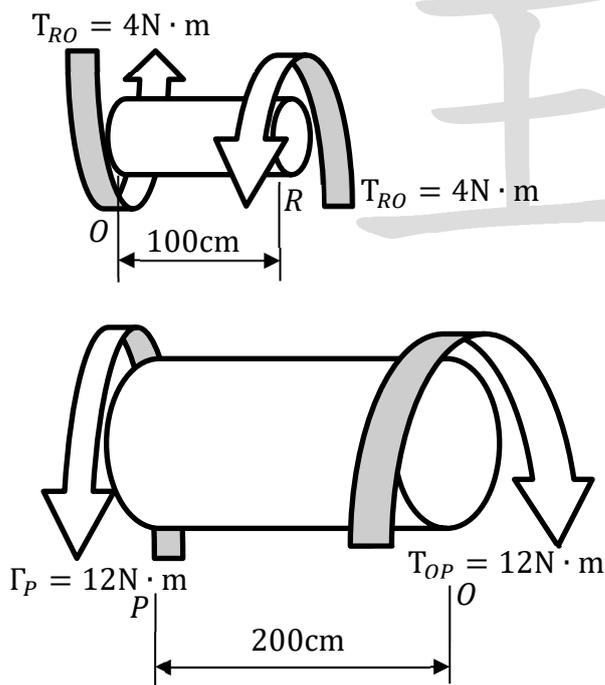
【擬答】

(一)固定端的反作用扭矩 Γ_P ：

$$\Gamma_P = 16 - 4 = 12(\text{N} \cdot \text{m}; \curvearrowleft)$$

(二)沿長軸方向各截面扭矩分布圖。

分別取 RO 及 OP 段的自由體圖：



(三)與受力前相較，R 截面的扭轉角。(10 分)

1. 極慣性矩(J)

$$J_{RO} = \frac{\pi d_{RO}^4}{32} = \frac{\pi \times (50\text{mm})^4}{32} = 613592(\text{mm}^4)$$

$$J_{OP} = \frac{\pi d_{OP}^4}{32} = \frac{\pi \times (100\text{mm})^4}{32} = 9817477(\text{mm}^4)$$

2. 扭轉角(α)，設由 R 端看順時針方向轉為正：

$$\begin{aligned} \alpha_{R/P} &= \frac{T_{RO}L_{RO}}{G_{RO}J_{RO}} + \frac{T_{OP}L_{OP}}{G_{OP}J_{OP}} \\ &= \frac{(-4 \times 10^3 \text{N} \cdot \text{mm})(1000\text{mm})}{\left(80 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)(613592\text{mm}^4)} + \frac{(12\text{N} \cdot \text{mm})(2000\text{mm})}{\left(80 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)(9817477\text{mm}^4)} \\ &= -8.15 \times 10^{-5} + 3.06 \times 10^{-5} = -5.09 \times 10^{-5}(\text{rad}, \curvearrowright) \end{aligned}$$

ANS：(一)固定端的反作用扭矩 $\Gamma_P = 12(\text{N} \cdot \text{m}; \curvearrowright)$ ；

(二) R 截面的扭轉角 $\alpha_{R/P} = -5.09 \times 10^{-5}(\text{rad}, \curvearrowright)$



志光 學儒 保成

工科上榜養成規劃

1 2 3 4

5 6 7 8 9

- 法科架構班**
結合實務例子
建構法科概念
- 扎實正規班**
完整堂數
循序漸進
- 獨家 進階課程**
圖解階段複習
解題技巧灌輸
- 工科全科班**
公職+國營
一次到位
- 主題題庫班**
主題教學
考點分析
- 精華總複習**
掌握考點
增強實力
- 全真模擬考**
比照真實考試
檢視應考實力
- 考前關懷講座**
名師最終提點
觀念更加清晰

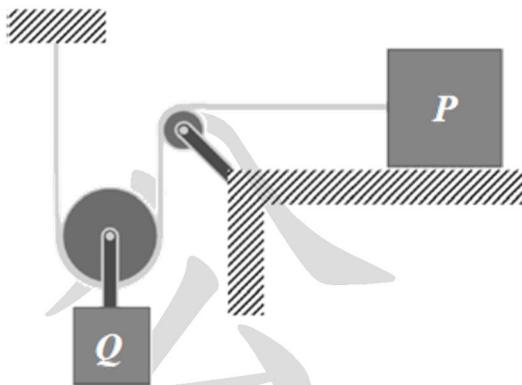
詳細課程內容，歡迎至志光學儒保成全國門市洽詢

公職王歷屆試題 (113 普考)

三、假設下圖摩擦力及所有滑輪質量均可忽略，繩子不可伸長。方塊 P 與 Q 質量分別為 7 kg 及 5 kg 。在時間 $t\text{ s}$ 時， P 以 $4t^2\text{ m/s}$ 的速度往左移動。

試求：

- (一) $t = 3\text{ s}$ ， P 的加速度；(5 分)
- (二) $t = 3\text{ s}$ ， Q 的速度；(10 分)
- (三) $t = 3\text{ s}$ ， Q 的加速度。(10 分)



【解題關鍵】

- 1. 《考題難易》：★★。
- 2. 《破題關鍵》：動力學第一章質點運動學之相依運動的觀念。

$$S_P + 2S_Q = L \Rightarrow \frac{dS}{dt} = V \Rightarrow 2V_Q = -V_P \Rightarrow \frac{dV}{dt} = a \Rightarrow 2a_Q = -a_P$$

【擬答】

(一) $t = 3(\text{sec})$ ， P 的加速度：

$$\frac{dV}{dt} = a \Rightarrow a_P = 2 \times 4t = 8 \times (3\text{sec}) = 24(\text{m/sec}^2, \leftarrow)$$

(二) $t = 3(\text{sec})$ ， Q 的速度：

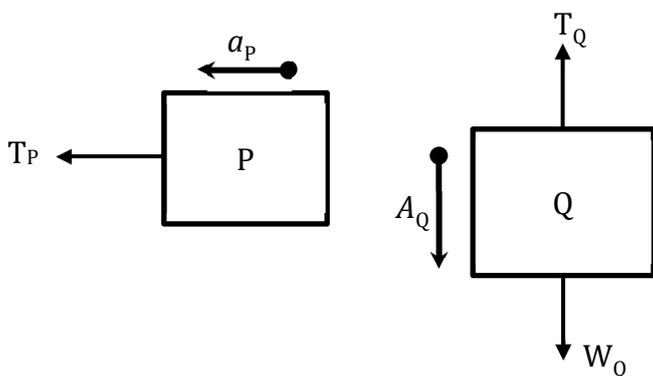
根據相依運動：

$$S_P + 2S_Q = L \Rightarrow \frac{dS}{dt} = V \Rightarrow 2V_Q = -V_P \Rightarrow \frac{dV}{dt} = a \Rightarrow 2a_Q = -a_P$$

$$\therefore V_Q = -\frac{V_P}{2} = -\frac{24}{2} = -12(\text{m/sec}, \downarrow)$$

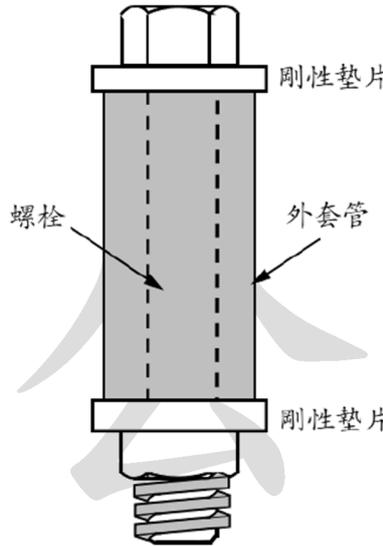
(三) $t = 3(\text{sec})$ ， Q 的加速度：

1. 分別取 P 與 Q 的自由體圖



公職王歷屆試題 (113 普考)

四、螺栓與外套管鎖合如下圖，設兩端墊片變形可忽略，螺栓與外套管的截面積分別為 A_1 與 A_2 ，楊氏係數分別為 E_1 與 E_2 。螺栓之螺距為 p 。起始狀態下螺帽剛旋至螺栓與外套管組合無間隙，兩螺帽間距離為 L ，現進一步將螺帽旋緊一圈。試分別求螺栓與外套管所受應力。
(25 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★。
2. 《破題關鍵》：材料力學第一章張力與壓力。螺栓之螺距為 p ，題目未提到螺紋線數，可以假設為單線螺紋，故導程等於螺距。起始狀態下螺帽剛旋至螺栓與外套管組合無間隙，現進一步將螺帽旋緊一圈，所以螺栓與外套管的變形量相同，產生壓縮變形量均為 $\delta = p$ 。在使用變形量公式與應力公式即可以得到螺栓與外套管所受應力。

【擬答】

(一)已知：

1. 螺栓與外套管的截面積分別為 A_1 與 A_2 ，楊氏係數分別為 E_1 與 E_2 ，兩螺帽間距離為 L 。
2. 螺栓之螺距為 p ，題目未提到螺紋線數，可以假設為單線螺紋，故導程等於螺距。
3. 起始狀態下螺帽剛旋至螺栓與外套管組合無間隙，現進一步將螺帽旋緊一圈，所以產生壓縮變形量 $\delta = p$ 。

(二)平衡方程式： $F_1 + F_2 = F \dots\dots\dots (1)$

相容方程式：

$$\delta_1 = \delta_2 = p \Rightarrow p = \frac{F_1 L}{E_1 A_1} = \frac{F_2 L}{E_2 A_2} \Rightarrow F_1 = \frac{E_1 A_1}{E_2 A_2} F_2 \dots\dots\dots (2)$$

$$F_1 = \frac{p E_1 A_1}{L} ; F_2 = \frac{p E_2 A_2}{L}$$

(三)應力的公式：

$$\text{應力}(\sigma) = \frac{\text{負荷}}{\text{截面積}} \Rightarrow \sigma_1 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{\frac{p E_1 A_1}{L}}{A_1} = \frac{p E_1}{L} ; \sigma_2 = \frac{F_2}{A_2} = \frac{\frac{p E_2 A_2}{L}}{A_2} = \frac{p E_2}{L}$$

ANS：螺栓所受應力 $\sigma_1 = \frac{p E_1}{L}$ 與外套管所受應力 $\sigma_2 = \frac{p E_2}{L}$