

110 年公務人員特種考試身心障礙人員考試

考試別：身心障礙人員考試

等 別：四等考試

類 科：機械工程

科 目：機械力學概要

註：1. 答題時如需材料性質，請一律用結構用鋼；未註明單位之長度，一律為 mm。

2. 計算過程中，可能需要下列資料（請依一般符號常用之代表意義）：

(1) 重力加速度： $g=9.8 \text{ m/s}^2$ ，計算時得以 10.0 m/s^2 計。

(2) 結構用鋼性質：

(a) 抗拉強度 400MPa、降伏強度 250MPa、比重 7.8

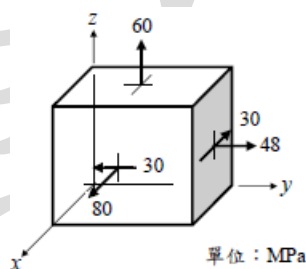
(b) 楊氏係數（彈性模數） $E=210,000\text{MPa}$ 、Poisson 比 $\nu=0.3$

一、某元件之三維應力元素（僅呈現正面）如圖(1)所示，試以給定之座標回答下列問題：

(一) 寫出該元素之應力矩陣。（10 分）

(二) 該應力元素之主應力為何？（10 分）

(三) 最大剪應力為若干？（5 分）



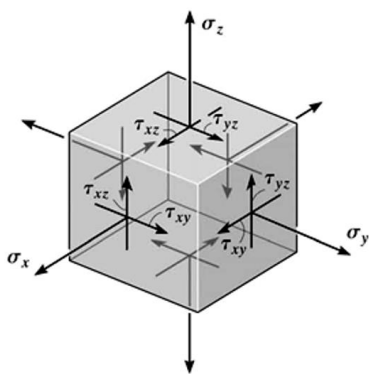
圖(1)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★★。

2. 《破題關鍵》：材料力學第二章檢力-平面應力。

【擬答】



一般應力狀態

(一) 該元素之應力矩陣

$$\sigma_x = 80 ; \sigma_y = 48 ; \sigma_z = 60 ; \tau_{xy} = \tau_{yx} = -30 ;$$

$$[\sigma_{i,l}] = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_{yy} & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 80 & (-30) & 0 \\ (-30) & 48 & 0 \\ 0 & 0 & 60 \end{bmatrix}$$

(二)該應力元素之主應力

$$[\sigma_{i,l}] = \begin{bmatrix} (80 - \sigma) & (-30) & 0 \\ (-30) & (48 - \sigma) & 0 \\ 0 & 0 & (60 - \sigma) \end{bmatrix} = 0$$

$$[(80 - \sigma) \times (48 - \sigma) \times (60 - \sigma)] - [(-30) \times (-30) \times (60 - \sigma)] = 0$$

$$(60 - \sigma) \times [(80 - \sigma) \times (48 - \sigma) - (-30) \times (-30)] = 0$$

$$(60 - \sigma) \times [\sigma^2 - 128\sigma + 2940] = 0$$

$$\sigma = \frac{128 \pm \sqrt{(-128)^2 - 4 \times 1 \times 2940}}{2 \times 1} = \frac{128 \pm 68}{2 \times 1} = 98 \text{ 或 } 30$$

$$\therefore \sigma_1 = 98(\text{MPa}) ; \sigma_2 = 60(\text{MPa}) ; \sigma_3 = 30(\text{MPa}) ;$$

(三)最大剪應力

$$\tau_{max} = \max \left[\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \right), \left(\frac{\sigma_2 - \sigma_3}{2} \right), \left(\frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2} \right) \right]$$

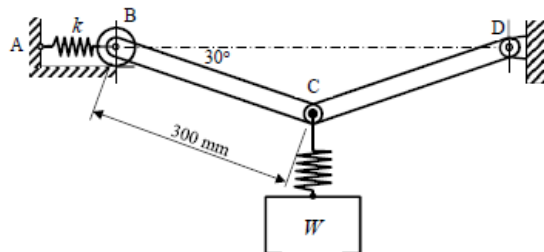
$$\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \right) = \left(\frac{98 - 60}{2} \right) = 19, \left(\frac{\sigma_2 - \sigma_3}{2} \right) = \left(\frac{60 - 30}{2} \right) = 15, \left(\frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2} \right) = \left(\frac{30 - 98}{2} \right) = -34$$

$$\therefore \tau_{max} = -34(\text{MPa})$$

二、為測量連結 A 與 B 處之彈簧係數 k，某工程師將 W=20kg 重之砝碼懸掛到量測連桿機構，如圖(2)所示，當 W 掛上後連桿 BC 與水平面呈 30° 時剛好平衡，若連桿 BC 與 CD 長度相等均為 300mm，且在未加入砝碼時 B、C 及 D 均在同一水平面。不計連桿重量與摩擦，試回答下列問題：

(一)W 加入後，B 點之水平移動量為何？(5 分)

(二)彈簧係數 k 為若干 N/mm？(20 分)



圖(2)

【解題關鍵】

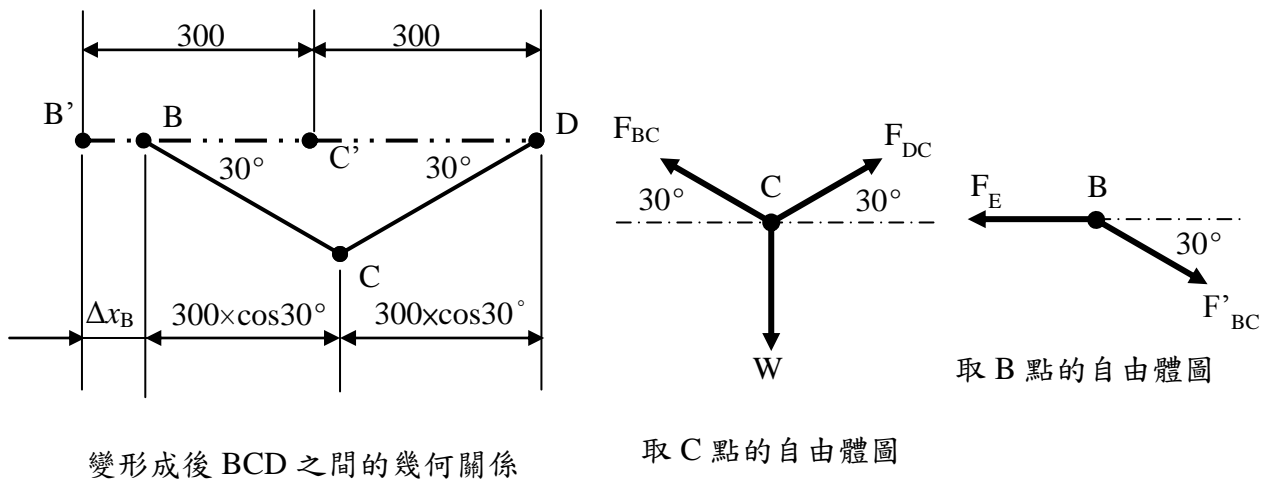
1. 《考題難易》：★。
2. 《破題關鍵》：靜力學第二章靜力平衡。

【擬答】

(一)W 加入後，B 點之水平移動量：

1. 畫出變形後 BCD 之間的幾何關係，可以得到 B 的位移量

$$\Delta x_B = (2 \times 300) - (2 \times 300 \cos 30^\circ) = 80.4(\text{mm})$$



(二) 彈簧係數：

1. 取 C 點的自由體圖，求出 BC 桿與 CD 桿的作用力

$$\sum F_y = 0 \uparrow + \Rightarrow 2 \times F_{BC} \times \sin 30^\circ - W = 0 \quad \therefore F_{BC} = \frac{20 \times 10}{2 \sin 30^\circ} = 200(N)$$

2. 取 B 點的自由體圖，求出彈簧的作用力(F_E)，利用虎克定律可以彈簧常數(k)

$$\sum F_x = 0 \rightarrow + \Rightarrow F_{BC} \times \cos 30^\circ - F_E = 0 \quad \therefore F_E = 200 \cos 30^\circ = 173.2(N)$$

$$k = \frac{F_E}{\Delta x_B} = \frac{173.2}{80.4} = 2.15(N/mm)$$

ANS：

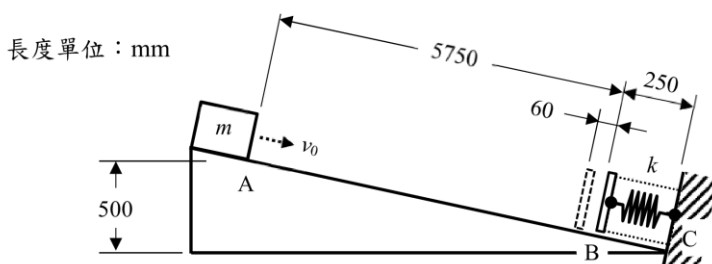
(一) W 加入後，B 點之水平移動量 $80.4(mm)$ ；

(二) 彈簧係數 $k = 2.15(N/mm)$ 。

三、工程師以預壓彈簧來設計斜坡輸送的緩衝裝置，如圖(3)之示意圖所示，設計規範書規定物體質量以 $50kg$ 、斜坡初速度 $V_0=2m/s$ 為設計基準，若彈簧之設計預壓量為 $60mm$ ，而他所選擇之彈簧係數 k 為 $20N/mm$ 。試回答下列問題：

(一) 物體 m 到達 B 處之速度為何？(10 分)

(二) 該彈簧再被壓縮量最多為多少 mm ？(15 分)



圖(3)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：動力學第二章質點動力學，利用斜面下滑與力學能守恆解題。因為沒給摩擦係數，即可以視為光滑平面。

【擬答】

(一)物體 m 到達 B 處之速度：

1. 從 A 點斜面下滑到達 B 點的速度(5750mm = 5.75m 處的速度 V_1)

$$\sin \theta = \frac{500}{5750 + 250} = \frac{1}{12}$$

$$k = 20(N/mm) = (20 \times 1000)(N/m), \Delta x_1 = 60(mm) = 0.06(m)$$

因為彈簧之設計預壓量為 60mm，所以 50 公斤到 B 點應不會對彈簧作功

$$V_1^2 = V_2^2 + 2aS \Rightarrow V_1^2 = 2^2 + 2 \times \left(10 \times \frac{1}{12}\right) \times 5.75 = 13.58 \therefore V_1 = 3.69(m/sec)$$

另解：

$$Ek_0 + Ug_0 = Ek_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mV_0^2 + mg(h_1) = \frac{1}{2}mV_1^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 50 \times (2)^2 + 50 \times (10) \times \left(5.75 \times \frac{1}{12}\right) = \frac{1}{2} \times 50 \times V_1^2$$

$$\therefore V_1^2 = 13.58 \therefore V_1 = 3.69(m/sec)$$

(二)該彈簧再被壓縮量：

1. 當動能全部轉成彈力未能時，既 $V_2 = 0$ ，彈簧再壓縮量為最大(Δx_2)

$$Ek_0 + Ug_0 + Ue_1 = Ek_2 + Ue_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mV_0^2 + mg(h_2) + \frac{1}{2}k\Delta x_1^2 = \frac{1}{2}mV_2^2 + \frac{1}{2}k(\Delta x_1 + \Delta x_2)^2$$

$$\left(\frac{1}{2} \times 50 \times 2^2\right) + \left[50 \times 10 \times (5.75 + \Delta x_2) \times \frac{1}{12}\right] + \left[\frac{1}{2} \times (20 \times 1000) \times (0.06)^2\right]$$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times (20 \times 1000) \times (0.06 + \Delta x_2)^2$$

$$10000(\Delta x_2)^2 + 1158 \times (\Delta x_2) - 339.8 = 0$$

$$\therefore \Delta x_2 = 0.1353(m) \text{ 或 } \Delta x_2 = -0.2511(m) \text{ (負的不合)}$$

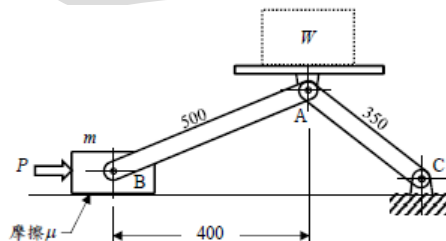
ANS：(一)物體 m 到達 B 處之速度 $V_1 = 3.69(m/sec)$ ；

(二)該彈簧再被壓縮量最多為 $0.1353(m) = 135.3(mm)$ 。

四、如圖(4)為連桿推動滑塊 m 以推升 W 物體機構，若滑塊 m 為 10kg、水平面之摩擦係數 μ 為 0.1，連桿 AB、AC 分別長 500mm、350mm。

(一)試分析物重 W 和推力 P 與 m 移動之關係為何？(20 分)

(二)若 W 為 50kg 重、推力 P 為 300N，則在圖示之狀態下，滑塊會往那一邊移動？計算分析決定之。(5 分)



圖(4)

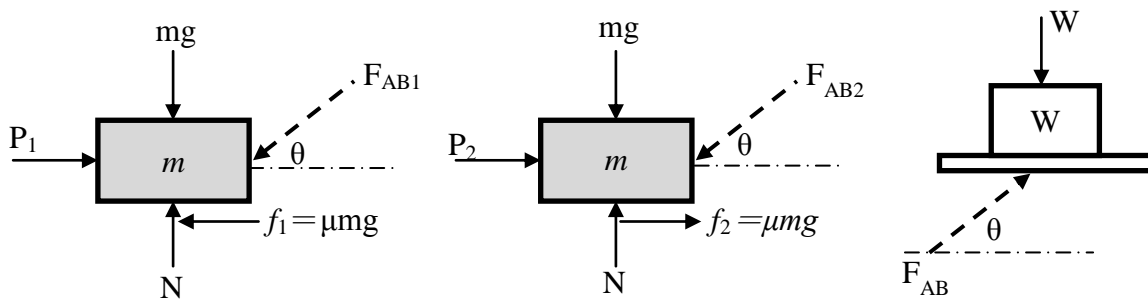
【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。

2. 《破題關鍵》：靜力學第四章摩擦。

【擬答】

(一)物重 W 和推力 P 與 m 移動之關係：



滑塊 m 恰好向右運動

滑塊 m 恰好向左運動

重物 W 的自由體圖

1. 推力 P_1 與摩擦力 f 的淨力使滑塊 m 恰好向右，推動物重 W 恰好上升的淨力 F_{AB1} ，

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{400}{500}\right) = 36.87^\circ$$

$$\sum F_y = 0 \uparrow + \Rightarrow F_{AB} = \frac{W}{\sin \theta} = \frac{5W}{3}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow + \Rightarrow P_1 - f_1 - F_{AB1} \cos \theta = 0$$

$$\Rightarrow P_1 = f - F_{AB1} \cos \theta = \mu mg + \frac{W}{\sin \theta} \times \cos \theta \therefore P_1 = \mu mg + \frac{W}{\tan \theta} = \mu mg + \frac{4W}{3}$$

2. 推力 P_2 與摩擦力 f 的淨力使滑塊 m 恰好向左，推動物重 W 恰好下降的淨力 F_{AB2} ，

$$\sum F_x = 0 \rightarrow + \Rightarrow P_2 + f_2 - F_{AB2} \cos \theta = 0$$

$$\Rightarrow P_2 = f_2 - F_{AB2} \cos \theta = \frac{W}{\sin \theta} \times \cos \theta - \mu mg \therefore P_2 = \frac{W}{\tan \theta} - \mu mg = \frac{4W}{3} - \mu mg$$

3. 物重 W 和推力 P 與 m 移動之關係

P 作用力	滑塊 m 的運動	重物 W 的運動
$P > P_1 = \mu mg + \frac{4W}{3}$	向右移動	向上抬升
$\frac{4W}{3} + \mu mg \geq P \geq \frac{4W}{3} - \mu mg$	固定不動	固定不動
$P < P_2 = \frac{4W}{3} - \mu mg$	向左移動	向下降低

(二) W 為 50kg 重、推力 P 為 300N，滑塊移動方向，滑塊 m 為 10kg、水平面之摩擦係數 μ 為 0.1：

$$P_1 = \mu mg + \frac{4W}{3} = 0.1 \times 10 \times 10 + \frac{4 \times 50 \times 10}{3} = 10 + 666.7 = 676.7(N)$$

$$P_2 = \frac{4W}{3} - \mu mg = \frac{4 \times 50 \times 10}{3} - 0.1 \times 10 \times 10 = 656.7(N)$$

$P < P_2 (300 < 656.7)$ ，所以滑塊移動方向向左。

志光.學儒.保成 規劃了豐富完整的課程

精心安排專屬**工科人**的學習規劃，最完整的上榜課程

工科考試所需要的準備，我們通通幫你安排好了

法科 架構班

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。

扎實 正規班

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。

作文 實戰班

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。

主題 題庫班

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。

精華 總複習

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。

時事議題 修法要點

自己沒時間彙整最新資訊
沒關係！
完整時事補充，修法即時解
析，考前重點全面補遺。

考前提要 關懷講座

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。

全國全真 模擬考

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！

我們專屬設計的學習模式， 讓你聰明學習輕鬆投考！

我們都在志光.學儒.保成 成功找到工科人的工頂人生

學習模式



直接，有效

- 實際面對面教學，現場解決您的疑惑。
- 優質專業名師，幫您統整、分析考試重點資訊。
- 定期的大小測驗，您可隨時檢視學習效果。



自主，彈性

- 不用煩惱通勤問題，課程教材直接送到家。
- 反覆聽課，不怕觀念聽不懂。
- 完全自由，可自主安排學習進度。



便利，專注

- 安靜舒適的上課環境，提高您的專注力。
- 看課時間能自由預約，無須擔心時間衝突。
- 可依需求暫停、倒轉或快轉，深度學習超簡單。

中年失業報考公職

求職APP裡都是已讀不回，轉個念，重拾課本念書，靠自己努力去爭取一分穩定工作，贏回自己未來的人生；也為了自己的家庭、小孩繼續的打拼下去。

8個月考取 地方特考 四等機械工程 盧○偉



期望大學畢業後即就業

透過老師傾囊相授以及課程安排，很快地便對各考科有一定的程度。並從模擬考中得知是否有不熟、不懂的地方，使我更加針對不足之處加強，一次又一次成績大幅提升使人信心大增！

1年考取/應屆考取 鐵路特考 佐級機械工程 陳○謙



資源豐富幫助我很多

在朋友推薦和試聽後發現也蠻不錯的，且距離家也近，補習班有良好的讀書環境，剛開始我完全不知道該如何準備，就去問補習班的櫃台小姐，他們都很熱心的提供各種方式及管道。

高普雙榜 高普考 電力工程 蔡○霖

