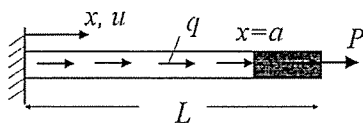


請注意本考卷包括 (一) 選擇題與 (二) 申論計算題兩部分，其中第 1-8 題為選擇題，第 9-11 題為申論計算題。

(一) 選擇題 (請於答案卷清楚標示題號與選項)

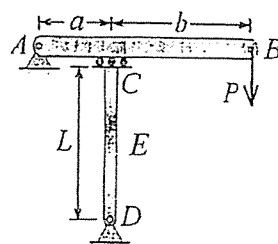
以下有 8 題單選題，請選出最適合的答案。每答對一題得 5 分，每答錯一題倒扣 1 分，不答則不扣分。各題中，除非特別強調，所有材料皆為等向性線彈性-完全塑性 (isotropic linearly elastic-perfectly plastic) 材料。且不需考慮應力集中。

1. 附圖係由兩根相同截面但不同材料的桿件接合而成。已知承受軸向力桿件的位移  $u(x)$  必須滿足  $\frac{d}{dx}\left(EA\frac{du}{dx}\right) + q(x) = 0$  的方程式，其中  $E$  為 Young's modulus、 $A$  為截面積、 $q(x)$  為分布力，另有一集中力  $P$  作用於  $x=L$ 。若左側與右側桿件的軸向位移分別以  $u_L$  與  $u_R$  表示，Young's modulus 分別以  $E_L$  與  $E_R$  表示，則在  $x=a$  處的接合面必須滿足何種條件？



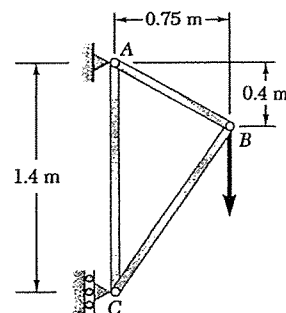
- (A)  $u_L = u_R, \frac{du_L}{dx} = \frac{du_R}{dx}$     (B)  $u_L = u_R, E_L \frac{du_L}{dx} = -E_R \frac{du_R}{dx}$     (C)  $u_L = u_R, E_L \frac{du_L}{dx} = E_R \frac{du_R}{dx}$   
 (D)  $u_L = u_R, \frac{du_L}{dx} = -\frac{du_R}{dx}$     (E)  $u_L = -u_R, E_L \frac{du_L}{dx} = -E_R \frac{du_R}{dx}$

2. 附圖係由柱  $CD$  以一排滾子 (roller) 支撐梁  $AB$  而成之構架，此構架的功用為在點  $B$  承載一集中力  $P$ 。因設計失當，此構架的失效模式為  $CD$  柱的挫曲 (buckling)。現欲改善此構架以提高其負載能力，以下哪個方案是無效的？



- (A) 提高柱  $CD$  的降伏強度 (yield strength)  
 (B) 將點  $C$  的滾子替換成一個插銷 (pin)  
 (C) 將點  $C$  的滾子替換成固定支撐 (fixed-connection)  
 (D) 增加柱  $CD$  材料的 Young's modulus  
 (E) 於點  $E$  處另加一支撐

3. 附圖之桁架 (truss) 於點  $B$  承載一垂直朝下的集中力，若這三根桿件的撓曲剛度  $EI$  相同，若其失效模式為挫曲 (buckling)，以下敘述何者正確？

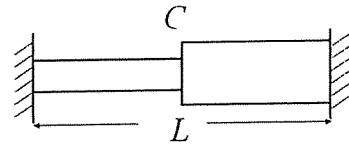


- (A) 桿件  $AB$  可能挫曲，其內力臨界值  $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{0.75^2}$   
 (B) 桿件  $AC$  可能挫曲，其內力臨界值  $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{1.4^2}$   
 (C) 桿件  $BC$  可能挫曲，其內力臨界值  $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{1.25^2}$   
 (D) 三根桿件都不會挫曲    (E) 條件不足，無法判斷

見背面

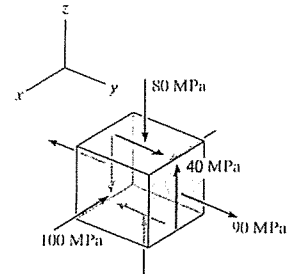
4. 附圖桿件由兩根長度相同、材料相同，但粗細不同的桿件接合而成，桿件兩端固定在剛性的牆上，材料的熱膨脹係數  $\alpha > 0$ ，點  $C$  為粗細兩部分的界面，以下敘述何者正確？

- (A) 不論溫度升高或降低  $C$  均向左移
- (B) 不論溫度升高或降低  $C$  均向右移
- (C) 溫度升高時  $C$  向左移，溫度降低時  $C$  向右移
- (D) 溫度升高時  $C$  向右移，溫度降低時  $C$  向左移
- (E) 不論溫度升高或降低  $C$  均不動

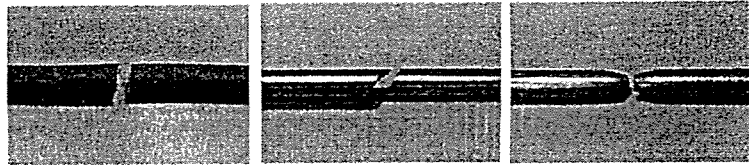


5. 附圖為某構件受力時某點之應力狀態，以下敘述何者正確？

- (A)  $y$  軸為應力主軸 (a principal axis of stress)
- (B)  $z$  軸為應力主軸
- (C) 最大剪應力位於  $yz$  平面
- (D)  $x$  軸為應變主軸 (a principal axis of strain)
- (E) 其中一主應力為 +90 MPa



6. 附圖之(a)(b)(c)三根桿件試片各受拉伸試驗或者扭轉試驗後失效斷裂，以下敘述何者錯誤？



(a)

(b)

(c)

- (A) 桿件(a)可能為延性材料 (ductile material) 受扭轉試驗
- (B) 桿件(b)可能為脆性材料 (brittle material) 受扭轉試驗
- (C) 桿件(c)可能為脆性材料受拉伸試驗
- (D) 桿件(a)可能為脆性材料受拉伸試驗
- (E) 桿件(c)可能為延性材料受拉伸試驗

7. 以下敘述何者錯誤？

- (A) 平面應力不一定為平面應變
- (B) 應變 (strain) 為無因次量
- (C) 三維問題中的任一點  $Q$  必定存在三個主應力 (principal stresses)
- (D) 應力主軸必定為應變主軸
- (E) 泊松比 (Poisson's ratio) 可能大於 0.50

8. 材料相同但形狀不同的三種實心物體表面受一均勻靜液壓  $p$  作用，在不降伏的情況下，三種物體體積變化量與原體積的比值為  $e$ ， $e$  的大小順序為

- (A) 圓球 < 正方體 < 圓柱
- (B) 正方體 < 圓柱 < 圓球
- (C) 正方體 < 圓球 < 圓柱
- (D) 資料不足，無法判斷
- (E) 三者相等

(二) 申論計算題 (請注意此部份所編之題號與前一部分所編者連續)

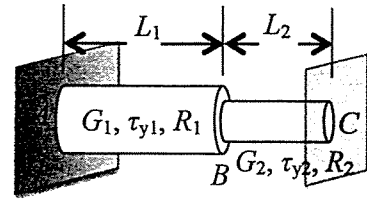
9. 兩根實心圓柱在  $B$  點黏合，並在  $A$  點與  $C$  點固定於牆面上；兩根圓柱均為線彈性-完美塑性材料， $G_1$ 、 $G_2$  分別為其剪力模數， $\tau_{y1}$ 、 $\tau_{y2}$  分別為其降伏剪應力， $R_1$ 、 $R_2$  分別為其半徑， $L_1$ 、 $L_2$  分別為其長度；整體結構在  $B$  點承受一個軸向扭矩  $T$ 。請推導並回答以下問題。

(1) 圓柱 1 優先於圓柱 2 降伏的條件是什麼？

請以  $G_1$ 、 $G_2$ 、 $\tau_{y1}$ 、 $\tau_{y2}$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $T$  表示。(10 分)

(2) 若圓柱 1 先於圓柱 2 降伏，當圓柱 2 開始降伏時，扭矩  $T$  為何？(10 分)

(3) 若圓柱 1 先於圓柱 2 降伏，當圓柱 2 開始降伏時， $B$  點的扭轉角度為何？(10 分)

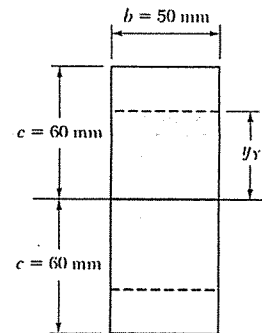


10. 一具有均勻矩形截面之鋼樑，其截面尺寸為  $50 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$ ，如下圖所示，該樑之材料性質係屬彈性-理想塑性(elastic - perfectly plastic)，彈性模數為  $200 \text{ GPa}$ ，降伏應力(yield stress)為  $240 \text{ MPa}$ 。該樑在承受彎曲力矩( $M$ )作用後，上層產生壓應力，下層產生拉應力，且上、下兩端分別產生厚度為  $20 \text{ mm}$  之塑性變形區，亦即上半部彈性變形區之厚度( $y_y$ ，如圖所示)為  $40 \text{ mm}$ 。

(a) 請繪出該截面之應力分布圖，必須標示拉、壓應力，以及標示  $y_y$  位置之應力大小。(4 分)

(b) 請計算該截面中立面之曲率半徑。(6 分)

若該截面承受之彎曲力矩為  $M = 36.8 \text{ kN m}$ ，當此彎曲力矩逐漸遞減到零時，請問在截面位置  $y_y$  的殘留應力為拉應力還是壓應力？(2 分) 大小為何？(8 分)



11. 一圓柱狀壓力容器係由  $8 \text{ mm}$  厚鋼板焊接而成，其焊道成螺旋狀並與水平夾角  $\beta = 30^\circ$ ，如下圖所示。若焊道沿焊接方向可承受之剪應力(shear stress)為  $40 \text{ MPa}$ ，請問壓力容器內之氣體壓力最大容許值為何？(10 分)

