

109年專門職業及技術人員高等考試大地工程技師考試分階段考試  
 (第一階段考試)、驗船師、第一次食品技師考試、高等暨普通考試  
 消防設備人員考試、普通考試地政士、專責報關人員、保險代理人  
 保險經紀人及保險公證人考試、第一次特種考試驗光人員考試試題

代號：10310  
 頁次：8-1

等 別：高等考試  
 類 科：大地工程技師（一）  
 科 目：材料力學  
 考試時間：2 小時

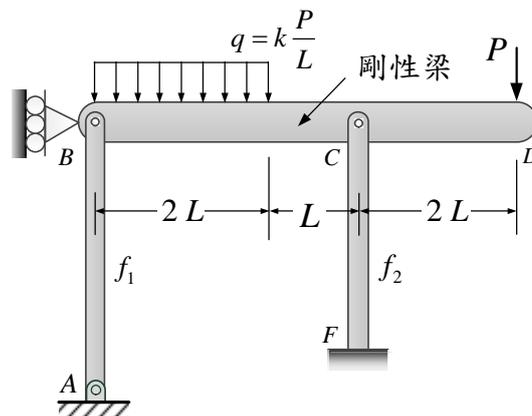
座號：\_\_\_\_\_

※注意：可以使用電子計算器。

甲、申論題部分：(50 分)

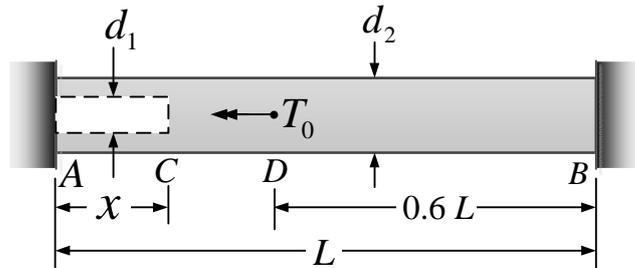
- (一)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在申論試卷上，於本試題上作答者，不予計分。
- (二)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。
- (三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、兩實心圓桿  $AB$  及  $CF$  用 pin 連接到剛性梁  $BCD$ ，如圖（一）所示。桿件  $AB$  及桿件  $CF$  之柔度分別為  $f_1 = 2f$  及  $f_2 = f$ 。均佈載重  $q = kP/L$  作用於剛性梁  $BCD$  上，集中載重  $P$  作用於  $D$  點。若欲使結構變形後， $B$  點的位移  $\delta_B = 0$ ，則  $k = ?$  此時  $D$  點的垂直位移為  $\delta_D = ?$  又，若欲使結構變形後， $B$  點與  $C$  點的垂直位移相等，即  $\delta_B = \delta_C$ ，則  $k = ?$  此時  $D$  點的垂直位移為  $\delta_D = ?$ （垂直位移  $\delta_D$  以  $P$  及  $f$  表之）（25 分）



圖（一）

二、圖（二）中兩端固定之圓桿  $AB$ ，此桿之長  $L=1.5\text{ m}$ ，剪力模數  $G=12\text{ GPa}$ ，此桿之  $AC$  部分為空心圓桿，其外徑  $d_2=100\text{ mm}$ ，內徑  $d_1=80\text{ mm}$ ；而  $CDB$  部分為實心圓桿。扭矩  $T_0=12\text{ kN}\cdot\text{m}$  作用於  $D$  點（距右端  $0.6L$  處）。欲使兩固定端之反力矩相等，則  $x=?$  此時，圓桿  $AB$  之最大剪應力  $\tau_{\max}=?$  圓桿  $AB$  之最大扭轉角  $\phi_{\max}=?$ （單位以度表之）（25 分）



圖（二）

乙、測驗題部分：(50 分)

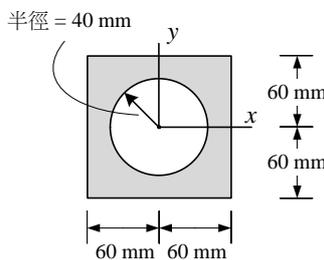
代號：1103

(一)本測驗試題為單一選擇題，請選出一個正確或最適當的答案，複選作答者，該題不予計分。

(二)共40題，每題1.25分，須用2B鉛筆在試卡上依題號清楚劃記，於本試題或申論試卷上作答者，不予計分。

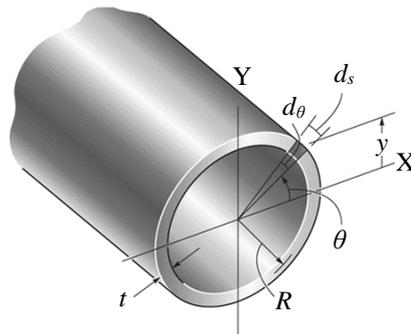
1 圖中之面積對  $x$  軸之慣性矩  $I_x$  為何？

- (A)  $12.98 \times 10^6 \text{ mm}^4$
- (B)  $15.27 \times 10^6 \text{ mm}^4$
- (C)  $18.32 \times 10^6 \text{ mm}^4$
- (D)  $23.82 \times 10^6 \text{ mm}^4$



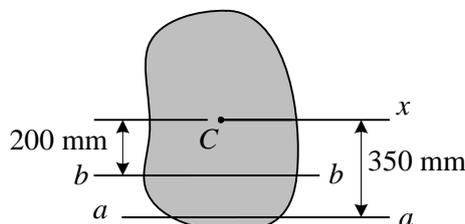
2 圓柱形中空斷面尺寸如圖所示，此斷面針對  $X$  軸之迴轉半徑（radius of gyration）為何？

- (A)  $\frac{1}{2\sqrt{2}} \times \sqrt{(4R^2 + t^2)}$
- (B)  $\frac{1}{\sqrt{2}} \times \sqrt{(4R^2 + t^2)}$
- (C)  $\frac{1}{2} \times \sqrt{(R^2 + t^2)}$
- (D)  $(2R + t) / 4$

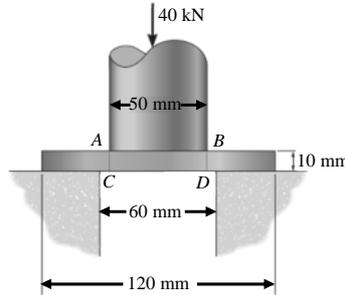


3 如圖之面積  $A=120 \times 10^3 \text{ mm}^2$ ， $a-a$  軸和  $b-b$  軸均與形心軸  $x$  平行。若已知該面積對  $a-a$  軸的慣性矩  $I_a=17.6 \times 10^9 \text{ mm}^4$ ，則對  $b-b$  軸的慣性矩  $I_b$  為何？

- (A)  $7.7 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- (B)  $14.9 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- (C)  $20.3 \times 10^9 \text{ mm}^4$
- (D)  $27.5 \times 10^9 \text{ mm}^4$

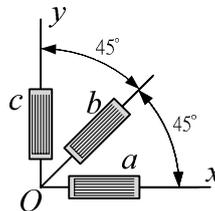


- 4 長度 1.5 m 且具正方形橫斷面（邊長為 50 mm）之桿件，其長細比為何？  
 (A) 30 (B) 88 (C) 90 (D) 104
- 5 圖示為厚度 10 mm 的圓形鋼板，覆蓋在直徑 60 mm 之圓形開口上方，支撐由上方圓柱（直徑 50 mm）傳遞之 40 kN 力量。請問此作用力下，鋼板所需承受最大貫穿剪應力的斷面，其（平均）剪應力大小為何？



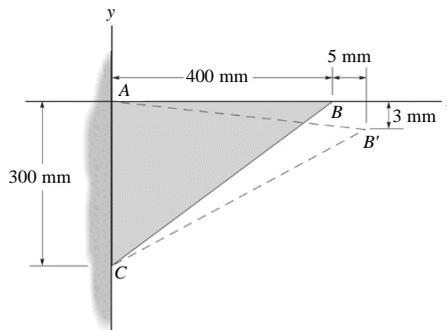
- 6 某桿件利用應變計測得  $O$  點處三個方向之應變為  $\varepsilon_a = \varepsilon_c = 0$ ， $\varepsilon_b = 400 \times 10^{-6}$ ，則該處之剪應變  $\gamma_{xy}$  為？

- (A)  $200 \times 10^{-6}$   
 (B)  $400 \times 10^{-6}$   
 (C)  $600 \times 10^{-6}$   
 (D)  $800 \times 10^{-6}$



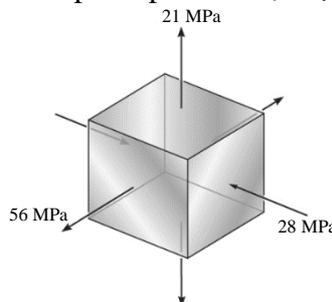
- 7 圖示三角形板  $ABC$  變形成為  $AB'C$ ，估計  $CB$  邊之正向應變（normal strain）為何？

- (A)  $4.4 \times 10^{-3}$   
 (B)  $2.23 \times 10^{-3}$   
 (C)  $16.0 \times 10^{-3}$   
 (D)  $2.5 \times 10^{-3}$



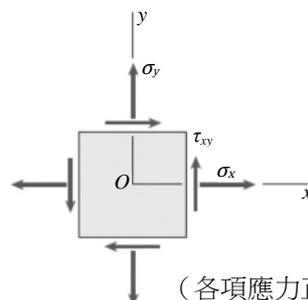
- 8 一立體元素應力狀態如下圖所示，已知材料之楊氏模數  $E=70$  GPa，波松比（Poisson's Ratio） $\nu=0.33$ ，則最大主應變（Maximum principal strain）的大小為何？

- (A)  $943 \times 10^{-6}$   
 (B)  $763 \times 10^{-6}$   
 (C)  $800 \times 10^{-6}$   
 (D)  $833 \times 10^{-6}$



- 9 如下圖所示之平面應力元素， $\sigma_x = -50$  MPa、 $\sigma_y = 10$  MPa、 $\tau_{xy} = -40$  MPa，則最大剪應力（取正值）為何？

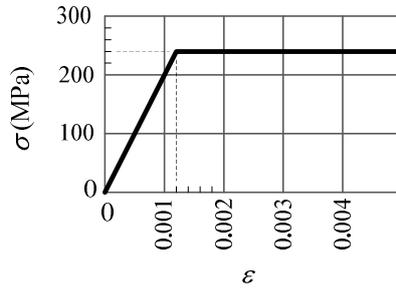
- (A) 70 MPa  
 (B) 60 MPa  
 (C) 50 MPa  
 (D) 40 MPa



（各項應力正值之定義）

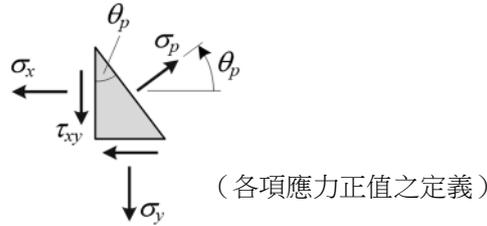
- 10 施加軸向拉力於 2 m 長之桿件兩端，隨後將力完全卸除，桿件長度變成 2.006 m。若其材料之正向應力( $\sigma$ )-正向應變( $\epsilon$ )關係如下圖所示，則拉伸過程中之最大伸長量為？

- (A) 8.4 mm  
(B) 12.8 mm  
(C) 15.2 mm  
(D) 16.4 mm



- 11 在平面應力條件下， $\sigma_x = -40$  MPa， $\sigma_y = 10$  MPa 且一主應力  $\sigma_p$  為 15.8 MPa；則其  $|\tau_{xy}|$  之大小為？

- (A) 45.8 MPa  
(B) 30.8 MPa  
(C) 25 MPa  
(D) 18 MPa

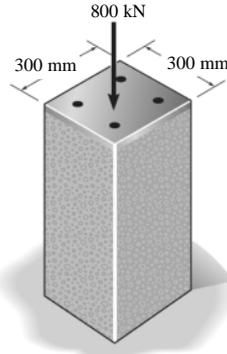


- 12 承上題，另一主應力為：

- (A) -45.8 MPa      (B) -34.2 MPa      (C) 14.2 MPa      (D) 65.8 MPa

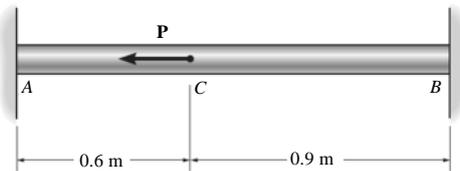
- 13 如圖示，鋼筋混凝土柱由 4 根對稱鋼筋組構而成，已知  $E_{鋼} = 200$  GPa、 $E_{混} = 25$  GPa，鋼筋總截面積  $2,500$  mm<sup>2</sup>，計算混凝土承擔之載重大小？

- (A) 651 kN  
(B) 600 kN  
(C) 505 kN  
(D) 703 kN



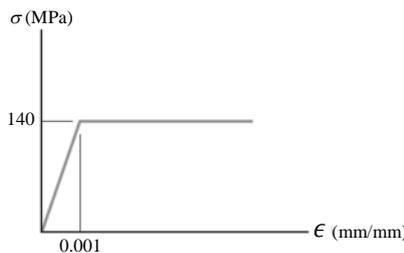
- 14 如下圖所示承受軸力之桿件，在材質均勻及斷面不變的情況下，假設材料之應力-應變關係是彈性的，AC 與 CB 兩部分各自中間的斷面的應力比值( $\sigma_A/\sigma_B$ )為何？

- (A) 2/3  
(B) -(2/3)  
(C) 1/1  
(D) -(3/2)



- 15 承上題，軸力構件具圓形斷面，直徑 50 mm，假設線彈性-完全塑性行為如圖示， $P = 500$  kN 時，A 與 B 兩端的反力大小的比值( $R_A/R_B$ )為何？

- (A) 11/9  
(B) 9/6  
(C) 11/10  
(D) 12/10

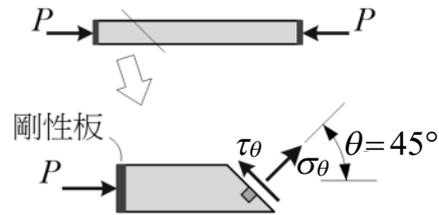


- 16 承上題， $P = 500$  kN 的載重完全移除後，AC 段的軸應力多大？

- (A) 12.7 MPa (壓) 應力      (B) 12.7 MPa (張) 應力  
(C) 25.5 MPa (壓) 應力      (D) 25.5 MPa (張) 應力

- 17 橫斷面積為  $A=1,200 \text{ mm}^2$  的桿件（如下圖所示），在水平的軸向壓力  $P$  作用下， $\theta=45^\circ$  剪應力為  $\tau_\theta=25 \text{ MPa}$ ，則  $P$  之大小為何？

- (A) 30 kN  
(B) 45 kN  
(C) 60 kN  
(D) 75 kN

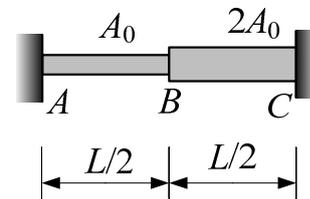


- 18 承上題，若該桿件材料之楊氏模數  $E=130 \text{ GPa}$ ，波松比（Poisson's Ratio） $\nu=0.3$ ，則其體積縮小率為：

- (A) 0.0444%                      (B) 0.0355%                      (C) 0.0255%                      (D) 0.0154%

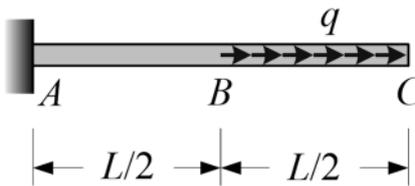
- 19 桿件  $ABC$  兩端固定，其楊氏模數  $E$  與熱膨脹係數  $\alpha$  均為常數， $AB$  段之橫斷面積為  $A_0$  而  $BC$  段為  $2A_0$ 。均勻溫度上升  $\Delta T$  所造成之  $AB$  段壓應力為何？

- (A)  $\frac{4}{3} E\alpha(\Delta T)$                       (B)  $\frac{3}{2} E\alpha(\Delta T)$   
(C)  $\frac{5}{3} E\alpha(\Delta T)$                       (D)  $\frac{7}{4} E\alpha(\Delta T)$



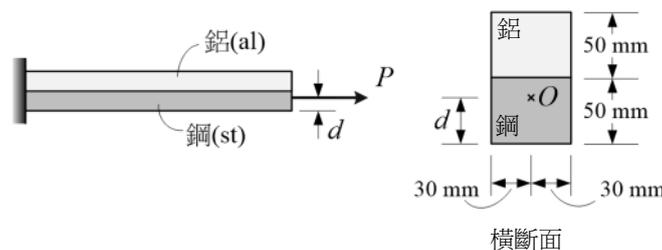
- 20 桿件  $ABC$  之楊氏模數  $E$  與斷面積  $A$  為常數，其  $BC$  段承受軸向均佈載重  $q$  作用，則  $C$  端之位移為？

- (A)  $\frac{1}{8} \frac{qL^2}{EA}$                       (B)  $\frac{1}{4} \frac{qL^2}{EA}$   
(C)  $\frac{3}{8} \frac{qL^2}{EA}$                       (D)  $\frac{1}{2} \frac{qL^2}{EA}$



- 21 如下圖所示之桿件由鋼 ( $E_{st}=210 \text{ GPa}$ ) 與鋁 ( $E_{al}=70 \text{ GPa}$ ) 緊密結合而成，軸向力  $P=180 \text{ kN}$  通過橫斷面  $O$  點而不使桿件彎曲，則  $O$  點至桿件下緣之距離  $d$  為何？

- (A) 56.3 mm  
(B) 46.3 mm  
(C) 43.8 mm  
(D) 37.5 mm

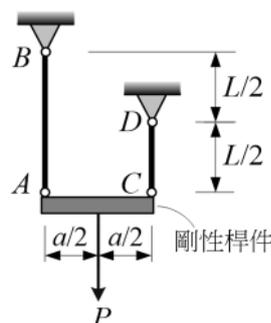


- 22 承上題，鋼所承受之應力為何？

- (A) 15 MPa                      (B) 25 MPa                      (C) 30 MPa                      (D) 45 MPa

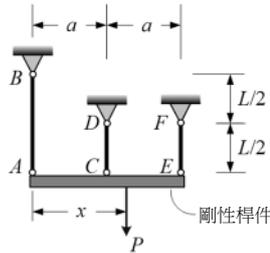
- 23 桿件  $AB$  與  $CD$  具相同的楊氏模數  $E$  與斷面積  $A$ ，則剛性桿件  $AC$  之傾斜角為何？

- (A)  $\frac{1}{5} \frac{PL}{aEA}$                       (B)  $\frac{1}{4} \frac{PL}{aEA}$   
(C)  $\frac{1}{3} \frac{PL}{aEA}$                       (D)  $\frac{1}{2} \frac{PL}{aEA}$



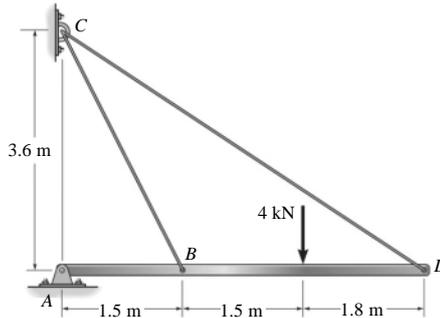
- 24 桿件  $AB$ 、 $CD$  與  $EF$  具相同的楊氏模數與斷面積，欲使剛性桿件  $ACE$  維持水平，則作用力  $P$  至  $A$  點的距離  $x$  應為？

- (A)  $\frac{6}{5}a$                       (B)  $\frac{7}{5}a$   
(C)  $\frac{8}{5}a$                       (D)  $\frac{9}{5}a$



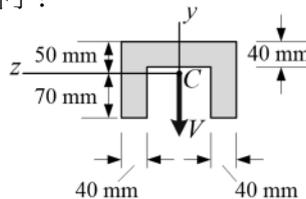
- 25 圖示水平剛性桿  $ABD$  由鋼纜  $CB$  與  $CD$  支撐於  $C$  點， $P=4$  kN 作用於距  $A$  點 3 m 處，計算  $CD$  纜繩的張力為何？

- (A) 4.17 kN  
(B) 2.27 kN  
(C) 3.07 kN  
(D) 3.56 kN



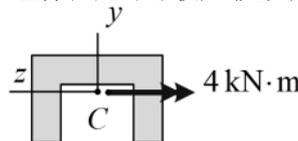
- 26 某一梁具如圖之橫斷面，且已知其對形心軸  $z$  之慣性矩為  $I_z=15.79 \times 10^6 \text{ mm}^4$ 。若此橫斷面承受剪力  $V=6$  kN 作用，則最大剪應力為何？

- (A) 0.465 MPa  
(B) 0.838 MPa  
(C) 0.931 MPa  
(D) 1.023 MPa



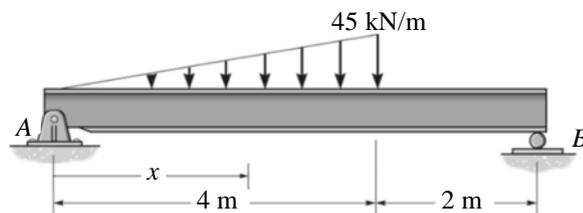
- 27 承上題，若該斷面承受如圖之  $4 \text{ kN}\cdot\text{m}$  彎矩作用，則最大撓曲拉應力為？

- (A) 10.14 MPa  
(B) 12.67 MPa  
(C) 15.21 MPa  
(D) 17.73 MPa



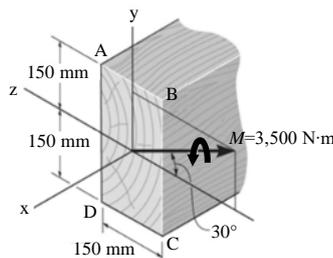
- 28 如下圖所示之簡支梁之最大彎矩出現在  $x$  等於多少之位置？

- (A) 2.67 m  
(B) 2.95 m  
(C) 4 m  
(D) 3.13 m



- 29 如下圖所示之矩形梁承受彎矩  $M=3,500 \text{ N}\cdot\text{m}$  作用，此矩形斷面最大彎曲壓應力為何？

- (A) 1.55 MPa  
(B) 2.08 MPa  
(C) 2.90 MPa  
(D) 3.11 MPa

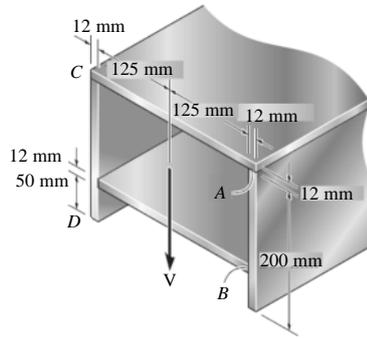


- 30 承上題，在此彎矩作用下斷面中性軸的位置在何方向？

- (A) 在正  $y$  軸順時針旋轉  $8.2^\circ$                       (B) 在正  $z$  軸順時針旋轉  $8.2^\circ$   
(C) 在正  $y$  軸逆時針旋轉  $66.6^\circ$                       (D) 在正  $z$  軸逆時針旋轉  $66.6^\circ$

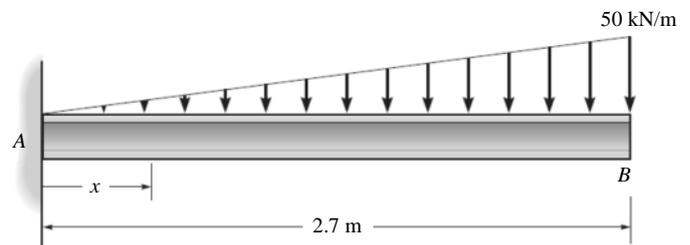
- 31 如下圖所示之梁由四張塑膠平板膠結組成，在  $V=25 \text{ kN}$  剪力作用下，假設黏膠與板材皆完好，計算斷面最大剪力流（shear flow）多大？

- (A)  $38.5 \text{ kN/m}$   
(B)  $65.1 \text{ kN/m}$   
(C)  $108.7 \text{ kN/m}$   
(D)  $82.9 \text{ kN/m}$



- 32 如下圖所示之懸臂梁承受線性分佈載重作用，計算梁自由端旋轉角度為何？（已知梁桿件  $EI$  為常數）

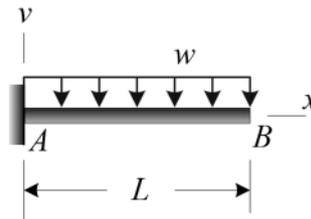
- (A)  $123 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/EI$   
(B)  $97 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/EI$   
(C)  $199.5 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/EI$   
(D)  $33.75 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/EI$



- 33 如下圖所示之梁  $AB$  之撓曲剛度  $EI$  為常數，且已知均佈載重  $w$  造成之變位曲線可表示為

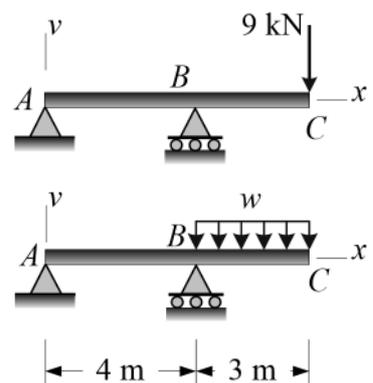
$$v = -\frac{w}{24EI}(x^4 - 4Lx^3 + a_2L^2x^2), \quad (0 \leq x \leq L)$$

- (A) 3  
(B) 4  
(C) 5  
(D) 6



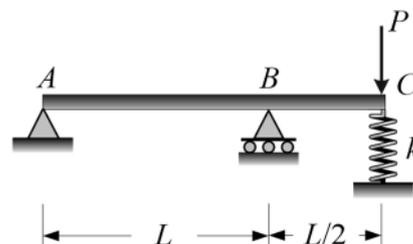
- 34 如右圖所示之梁  $ABC$  之撓曲剛度  $EI$  為常數，圖中兩組不同的載重會造成相同之最大向上位移，則均佈載重  $w$  應為何？

- (A)  $11.45 \text{ kN/m}$   
(B)  $6 \text{ kN/m}$   
(C)  $3.82 \text{ kN/m}$   
(D)  $3 \text{ kN/m}$



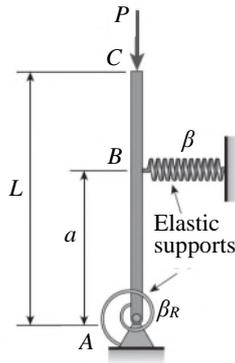
- 35 如下圖所示之梁  $ABC$  之撓曲剛度  $EI$  為常數，於  $C$  端受  $P$  力作用，且梁未變形前，彈簧未受力。已知若移除彈簧， $C$  端向下位移為  $\Delta_c = PL^3/8EI$ ；則當彈簧之勁度為  $k = 24EI/L^3$  時，其軸向壓力為何？

- (A)  $\frac{4}{5}P$                       (B)  $\frac{3}{4}P$   
(C)  $\frac{2}{3}P$                       (D)  $\frac{1}{3}P$



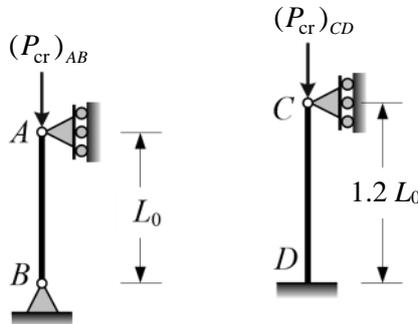
36 如下圖所示之剛性桿與彈簧組合之系統，旋轉彈簧勁度  $\beta_R$ ，線彈簧勁度  $\beta$ ，此桿之臨界挫屈載重為何？

- (A)  $P_{cr} = \frac{\beta_R a + \beta}{L}$   
 (B)  $P_{cr} = \frac{\beta L + \beta_R}{a^2}$   
 (C)  $P_{cr} = \frac{\beta L^2 + \beta_R}{a}$   
 (D)  $P_{cr} = \frac{\beta a^2 + \beta_R}{L}$



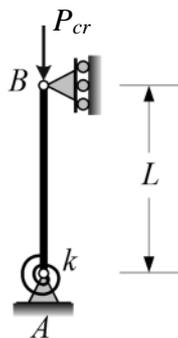
37 如下圖所示之桿件  $AB$  與  $CD$  具相同之撓曲剛度  $EI$ ， $AB$  之長度為  $L_0$ ，而  $CD$  長度為  $1.2 L_0$ ，則二者之最小臨界（挫屈）載重比  $(P_{cr})_{CD}/(P_{cr})_{AB}$  為：

- (A) 0.69  
 (B) 1.42  
 (C) 2.05  
 (D) 2.78

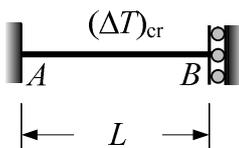


38 如下圖所示之桿件  $AB$  之撓曲剛度  $EI$  為常數， $A$  處旋轉彈簧之勁度為  $k=3EI/L$ 。若其最小臨界（挫屈）載重可表示為  $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$ ，請判斷  $K$  應落在何區間？

- (A) 0~0.5  
 (B) 0.5~0.699  
 (C) 0.699~1  
 (D) 1~2



39 如下圖所示之桿件  $AB$  之楊氏模數、熱膨脹係數、橫斷面積及其慣性矩均為常數。於如圖所示之支撐條件下，原處於未受力狀態，當溫度均勻上升  $(\Delta T)_{cr}$  時會使其發生挫屈。若桿件不變，下列何種端點支撐形式仍具相同之  $(\Delta T)_{cr}$  值？



- (A) (B) (C) (D)

40 承上題，若桿件  $AB$  之熱膨脹係數  $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ，且發生挫屈之  $(\Delta T)_{cr} = 50^\circ\text{C}$ ，則其長細比為？

- (A) 128 (B) 109 (C) 93 (D) 79