

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。

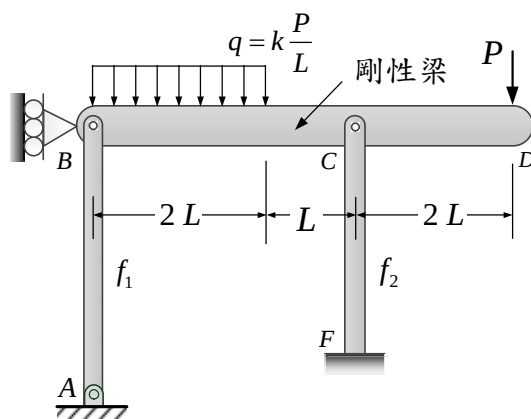
甲、申論題部分：(50 分)

(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。

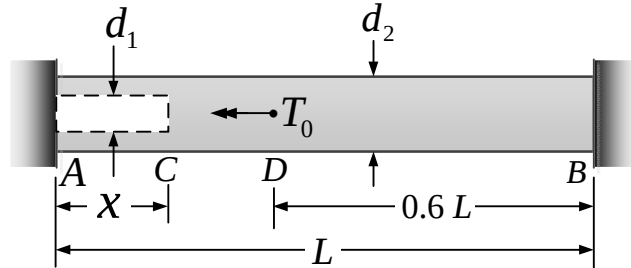
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 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 δ_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）

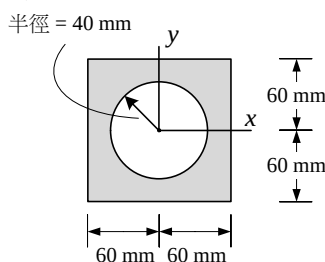
乙、測驗題部分：（50 分）

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。

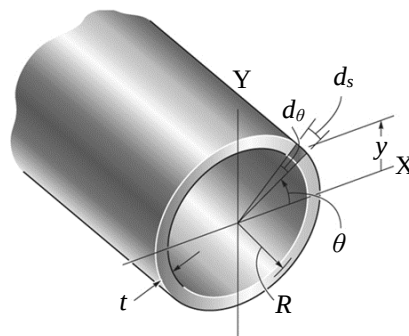
- 1 圖中之面積對 x 軸的慣性矩 I_x 為何？

- (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) $23.82 \times 10^6 \text{ mm}^4$



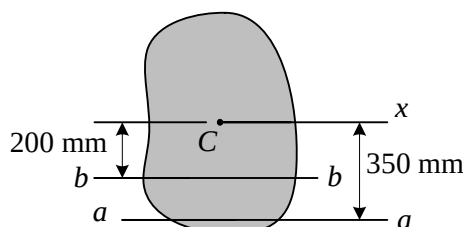
- 2 圓柱形中空斷面尺寸如圖所示，此斷面針對 X 軸之迴轉半徑（radius of gyration）為何？

- (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) $(2R + t) / 4$

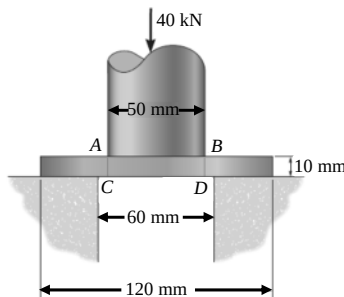


- 3 如圖之面積 $A=120 \times 10^3 \text{ mm}^2$ ， $a-a$ 軸和 $b-b$ 軸均與形心軸 x 平行。若已知該面積對 $a-a$ 軸的慣性矩 $I_a=17.6 \times 10^9 \text{ mm}^4$ ，則對 $b-b$ 軸的慣性矩 I_b 為何？

- (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) $27.5 \times 10^9 \text{ mm}^4$

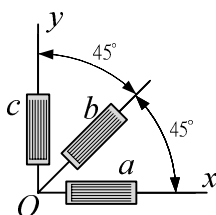


- 4 長度 1.5 m 且具正方形橫斷面（邊長為 50 mm）之桿件，其長細比為何？
(A) 30 (B) 88 (C) 90 (D) 104
- 5 圖示為厚度 10 mm 的圓形鋼板，覆蓋在直徑 60 mm 之圓形開口上方，支撐由上方圓柱（直徑 50 mm）傳遞之 40 kN 力量。請問此作用力下，鋼板所需承受最大貫穿剪應力的斷面，其（平均）剪應力大小為何？



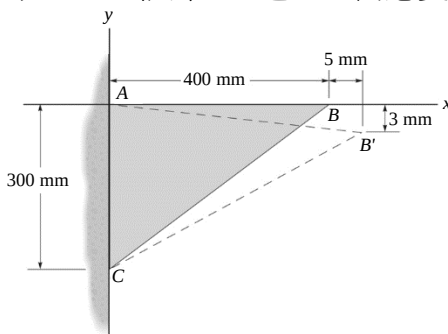
- 6 某桿件利用應變計測得 O 點處三個方向之應變為 $\epsilon_a = \epsilon_c = 0$ ， $\epsilon_b = 400 \times 10^{-6}$ ，則該處之剪應變 γ_{xy} 為？

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



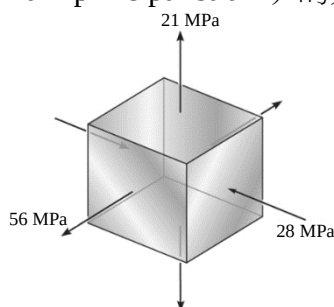
- 7 圖示三角形板 ABC 變形成為 $AB'C$ ，估計 CB 邊之正向應變（normal strain）為何？

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



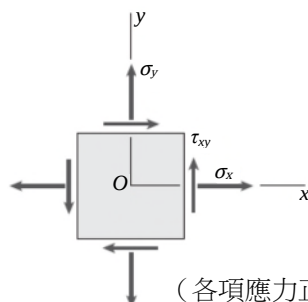
- 8 一立體元素應力狀態如下圖所示，已知材料之楊氏模數 $E = 70$ GPa，波松比（Poisson's Ratio） $\nu = 0.33$ ，則最大主應變（Maximum principal strain）的大小為何？

- (A) 943×10^{-6}
(B) 763×10^{-6}
(C) 800×10^{-6}
(D) 833×10^{-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？

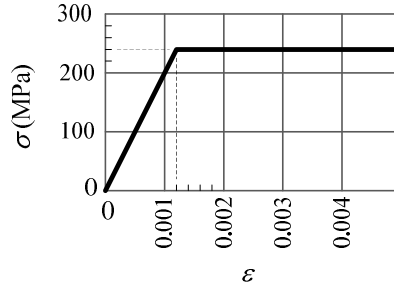
- (A) 70 MPa
(B) 60 MPa
(C) 50 MPa
(D) 40 MPa



（各項應力正值之定義）

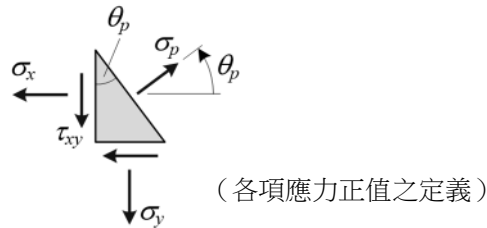
- 10 施加軸向拉力於 2 m 長之桿件兩端，隨後將力完全卸除，桿件長度變成 2.006 m。若其材料之正向應力(σ)-正向應變(ϵ)關係如下圖所示，則拉伸過程中之最大伸長量為？

(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 σ_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

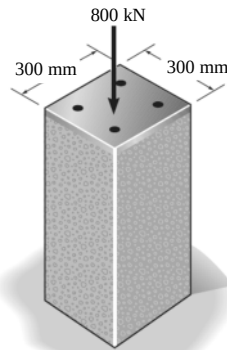


- 12 承上題，另一主應力為：

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

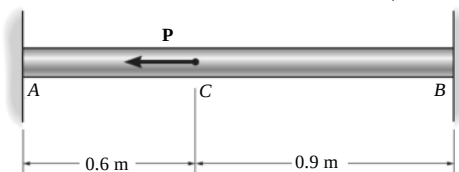
- 13 如圖示，鋼筋混凝土柱由 4 根對稱鋼筋組構而成，已知 $E_{\text{鋼}} = 200$ GPa、 $E_{\text{混}} = 25$ GPa，鋼筋總截面積 $2,500 \text{ mm}^2$ ，計算混凝土承擔之載重大小？

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



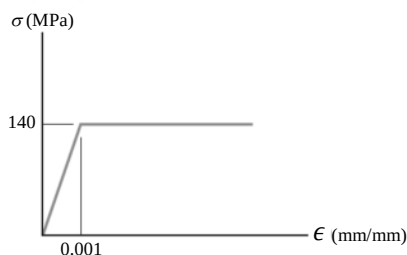
- 14 如下圖所示承受軸力之桿件，在材質均勻及斷面不變的情況下，假設材料之應力-應變關係是彈性的，AC 與 CB 兩部分各自中間的斷面的應力比值(σ_A/σ_B)為何？

(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

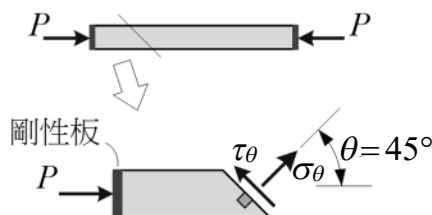


- 16 承上題， $P = 500$ kN 的載重完全移除後，AC 段的軸應力多大？

(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

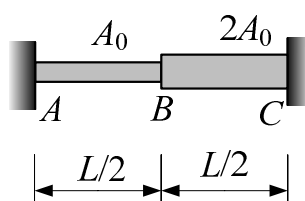


- 18 承上題，若該桿件材料之楊氏模數 $E=130 \text{ GPa}$ ，波松比（Poisson's Ratio） $\nu=0.3$ ，則其體積縮小率為：

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

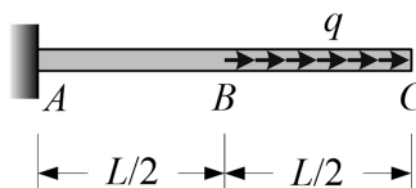
- 19 桿件 ABC 兩端固定，其楊氏模數 E 與熱膨脹係數 α 均為常數， AB 段之橫斷面積為 A_0 而 BC 段為 $2A_0$ 。均勻溫度上升 ΔT 所造成之 AB 段壓應力為何？

(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) $\frac{7}{4} E\alpha(\Delta T)$



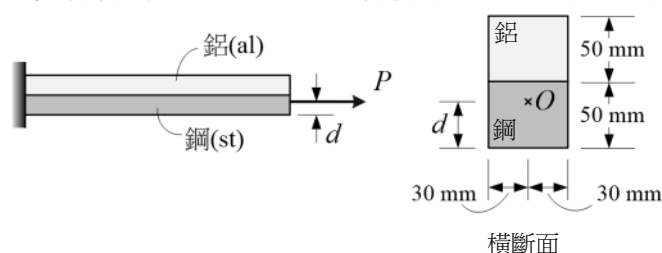
- 20 桿件 ABC 之楊氏模數 E 與斷面積 A 為常數，其 BC 段承受軸向均佈載重 q 作用，則 C 端之位移為？

(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

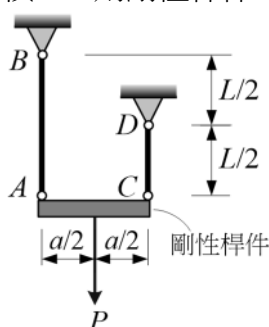


- 22 承上題，鋼所承受之應力為何？

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

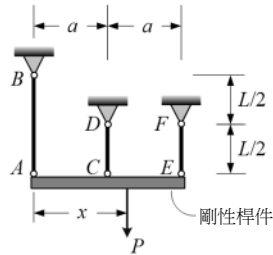
- 23 桿件 AB 與 CD 具相同的楊氏模數 E 與斷面積 A ，則剛性桿件 AC 之傾斜角為何？

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



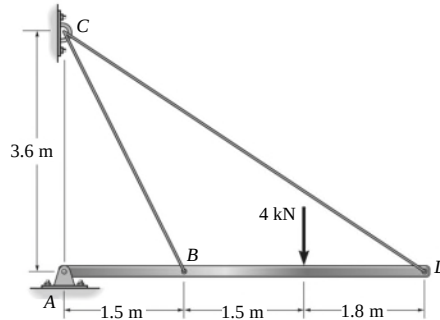
- 24 桿件 AB 、 CD 與 EF 具相同的楊氏模數與斷面積，欲使剛性桿件 ACE 維持水平，則作用力 P 至 A 點的距離 x 應為？

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



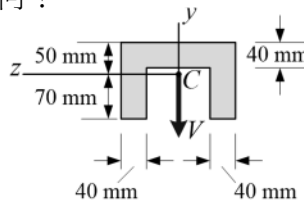
- 25 圖示水平剛性桿 ABD 由鋼纜 CB 與 CD 支撐於 C 點， $P=4\text{ kN}$ 作用於距 A 點 3 m 處，計算 CD 纜繩的張力為何？

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



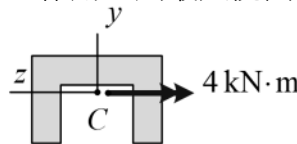
- 26 某一梁具如圖之橫斷面，且已知其對形心軸 z 之慣性矩為 $I_z=15.79 \times 10^6\text{ mm}^4$ 。若此橫斷面承受剪力 $V=6\text{ kN}$ 作用，則最大剪應力為何？

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



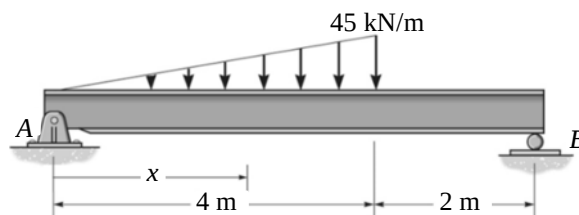
- 27 承上題，若該斷面承受如圖之 $4\text{ kN}\cdot\text{m}$ 彎矩作用，則最大撓曲拉應力為？

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



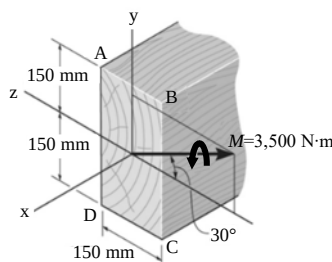
- 28 如下圖所示之簡支梁之最大彎矩出現在 x 等於多少之位置？

- (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

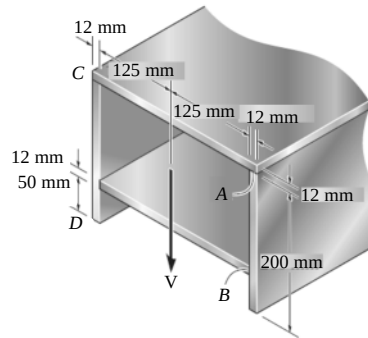


- 30 承上題，在此彎矩作用下斷面中性軸的位置在何方向？

- (A) 在正 y 軸順時針旋轉 8.2° (B) 在正 z 軸順時針旋轉 8.2°
(C) 在正 y 軸逆時針旋轉 66.6° (D) 在正 z 軸逆時針旋轉 66.6°

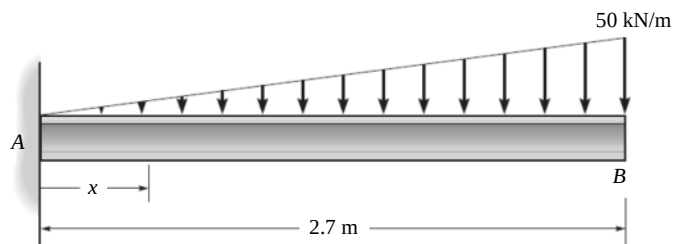
- 31 如下圖所示之梁由四張塑膠平板膠結組成，在 $V=25 \text{ kN}$ 剪力作用下，假設黏膠與板材皆完好，計算斷面最大剪力流（shear flow）多大？

- (A) 38.5 kN/m
(B) 65.1 kN/m
(C) 108.7 kN/m
(D) 82.9 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）

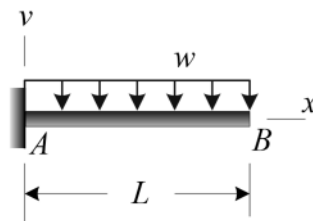
- (A) $123 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/EI$
(B) $97 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/EI$
(C) $199.5 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/EI$
(D) $33.75 \text{ kN}\cdot\text{m}^2/EI$



- 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

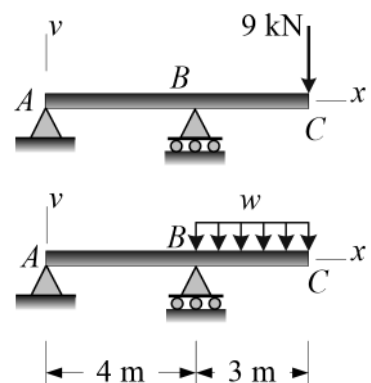
$$v = -\frac{w}{24EI}(x^4 - 4Lx^3 + a_2L^2x^2), \quad (0 \leq x \leq L)$$

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



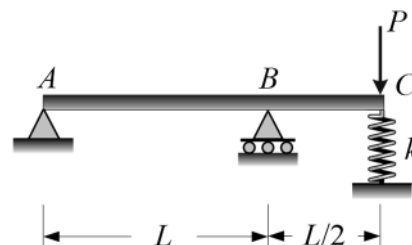
- 34 如右圖所示之梁 ABC 之撓曲剛度 EI 為常數，圖中兩組不同的載重會造成相同之最大向上位移，則均佈載重 w 應為何？

- (A) 11.45 kN/m
(B) 6 kN/m
(C) 3.82 kN/m
(D) 3 kN/m



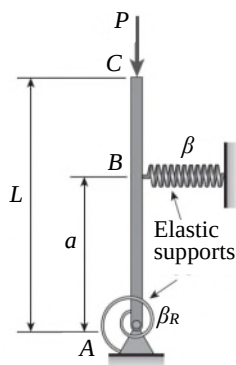
- 35 如下圖所示之梁 ABC 之撓曲剛度 EI 為常數，於 C 端受 P 力作用，且梁未變形前，彈簧未受力。已知若移除彈簧， C 端向下位移為 $\Delta_C = PL^3/8EI$ ；則當彈簧之勁度為 $k = 24EI/L^3$ 時，其軸向壓力為何？

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



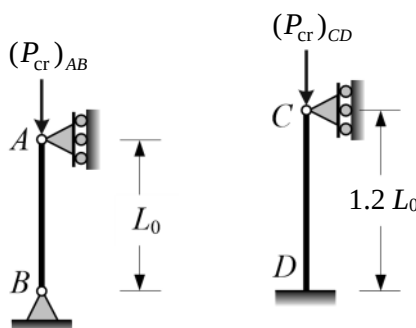
- 36 如下圖所示之剛性桿與彈簧組合之系統，旋轉彈簧勁度 β_R ，線彈簧勁度 β ，此桿之臨界挫屈載重為何？

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



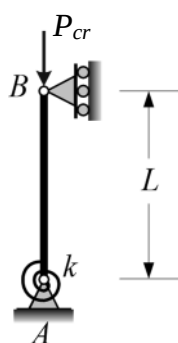
- 37 如下圖所示之桿件 AB 與 CD 具相同之撓曲剛度 EI ， AB 之長度為 L_0 ，而 CD 長度為 $1.2 L_0$ ，則二者之最小臨界（挫屈）載重比 $(P_{cr})_{CD}/(P_{cr})_{AB}$ 為：

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

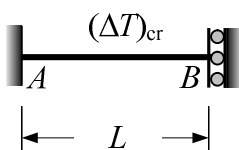


- 38 如下圖所示之桿件 AB 之撓曲剛度 EI 為常數， A 處旋轉彈簧之勁度為 $k=3EI/L$ 。若其最小臨界（挫屈）載重可表示為 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$ ，請判斷 K 應落在何區間？

- (A) $0 \sim 0.5$
(B) $0.5 \sim 0.699$
(C) $0.699 \sim 1$
(D) $1 \sim 2$



- 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，下列何種端點支承形式仍具相同之 $(\Delta T)_{cr}$ 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