

113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試題

代號：10310
頁次：13-1

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。

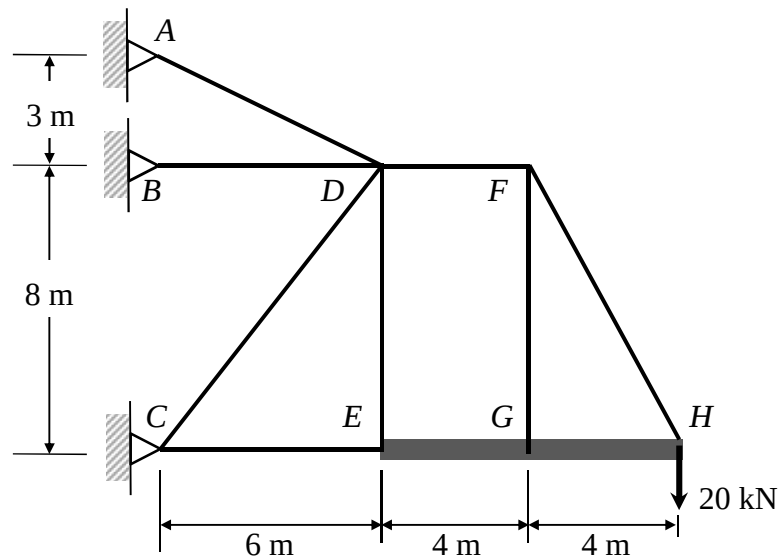
甲、申論題部分：（50 分）

(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。

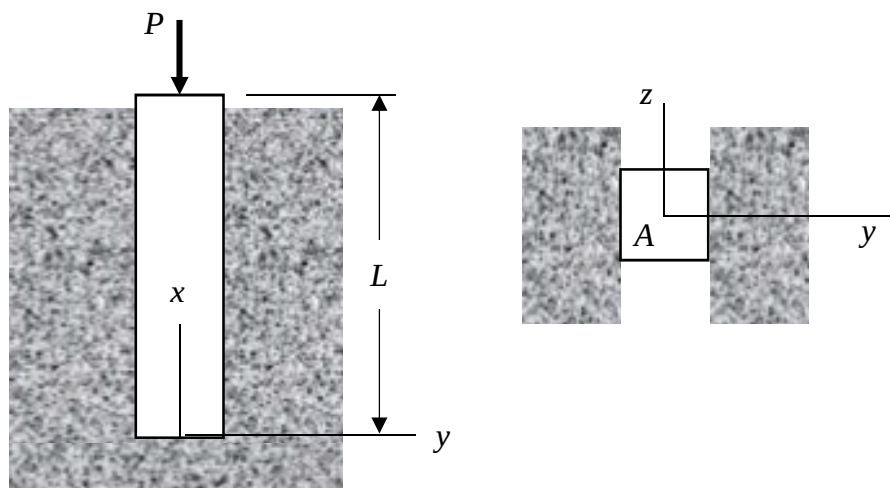
(二)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

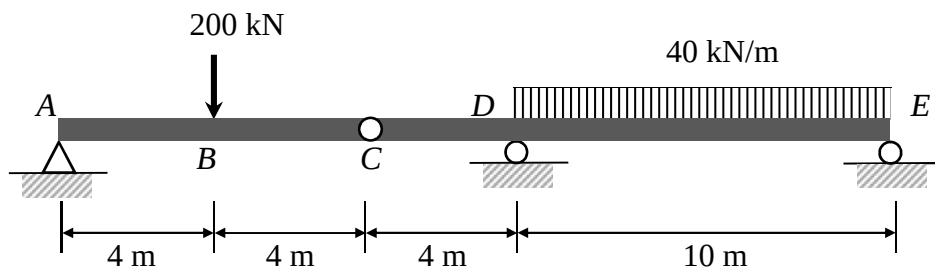
一、如圖所示平面桁架結構，桿件 EH 為可抵抗彎矩的剛體構件， H 點承受 20 kN 外力作用。若 FH 圓桿的容許正交應力為 120 Mpa ，試求 FH 桿所需的最小直徑（ mm ）。（15 分）



- 二、圖示為一長為 L ，面積為 A 的柱子，被夾在兩面剛性且滑溜的牆間。若該柱受 x 向的軸力 P 作用，其彈性模數及帕桑比 (Poisson's ratio) 分別為 E 及 ν ，試求其軸向變形量。(15 分)



- 三、圖示 AE 梁， C 點為鉸接 (Hinge)。試求該梁的最大剪力與最大彎矩值，並標示其位置 (以 A 點為參考點)。(20 分)



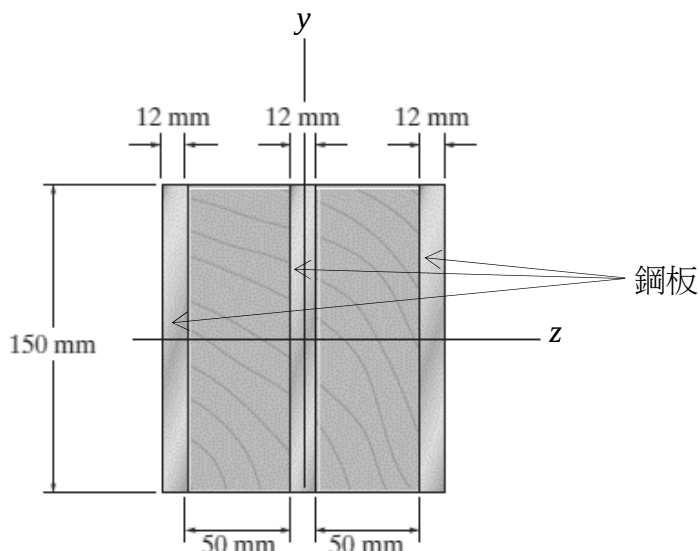
乙、測驗題部分：(50分)

代號：1103

(一)本試題為單一選擇題，請選出一個正確或最適當答案。

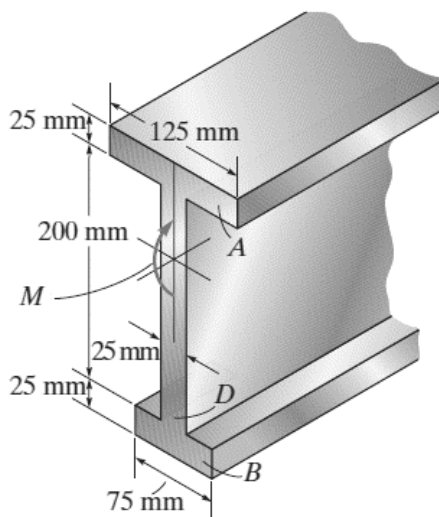
(二)共40題，每題1.25分，須用2B鉛筆在試卡上依題號清楚劃記，於本試題或申論試卷上作答者，不予計分。

- 1 以鋼板加勁之矩型木梁的斷面尺寸如圖所示，已知鋼板、木材之 E 值分別為 200 GPa 、 24 GPa ，此斷面對 z 軸之彎曲剛度 (EI) 為何？



- (A) $13.5 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ (B) $6.75 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ (C) $2.03 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ (D) $2.70 \text{ MN} \cdot \text{m}^2$

- 2 圖示 I 型梁，計算斷面模數 S (section modulus) ？



- (A) $1.268 \times 10^6 \text{ mm}^3$ (B) $1.11 \times 10^6 \text{ mm}^3$ (C) $0.563 \times 10^6 \text{ mm}^3$ (D) $0.705 \times 10^6 \text{ mm}^3$

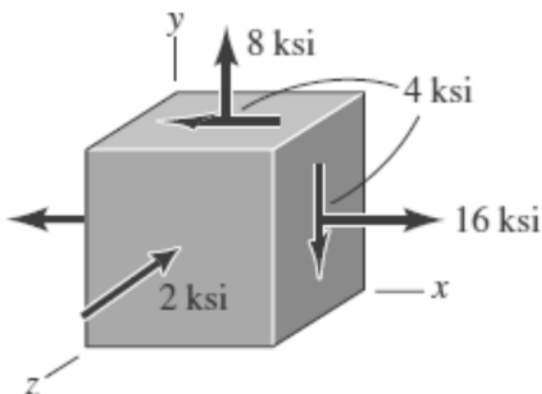
- 3 已知材料楊氏模數 $E=70 \text{ GPa}$ ，帕桑比 (Poisson's ratio) $\nu = 0.33$ ，三個主應變分別為 2.42×10^{-3} 、 -1.0×10^{-3} 、 -2.52×10^{-3} ，則絕對最大剪應力的大小為何？

- (A) 66.3 Mpa (B) 90.0 Mpa (C) 130 Mpa (D) 176 Mpa

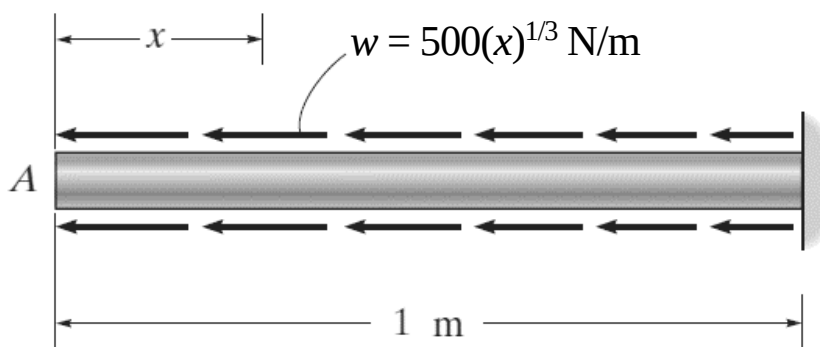
- 4 延展性極佳之細長試體，經軸拉試驗量測之「工程應變 (engineering strain or nominal strain)」為 0.5 ，請問此試體之「真實應變 (true strain)」最接近下列何者？

- (A) 0.5 (B) 0.4 (C) $1/3$ (D) 0.3

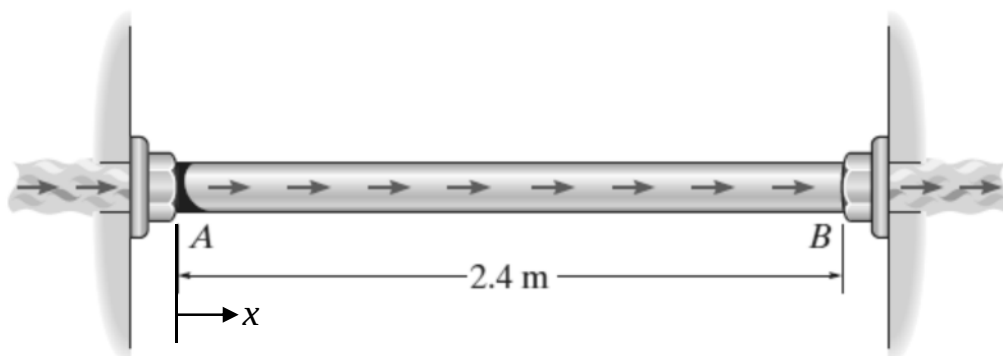
- 5 如圖之三維應力狀態，計算此狀態下之絕對最大剪應力（absolute maximum shear stress）的大小？



- (A) 8.0 ksi (B) 9.83 ksi (C) 5.66 ksi (D) 9.0 ksi
- 6 圖示懸臂等截面桿件受到軸向分布外力 $w = 500(x)^{1/3}$ N/m 作用，A 點為自由端，截面積 5000 mm^2 ，計算此外力作用下，桿件最大正向應力（normal stress）值？

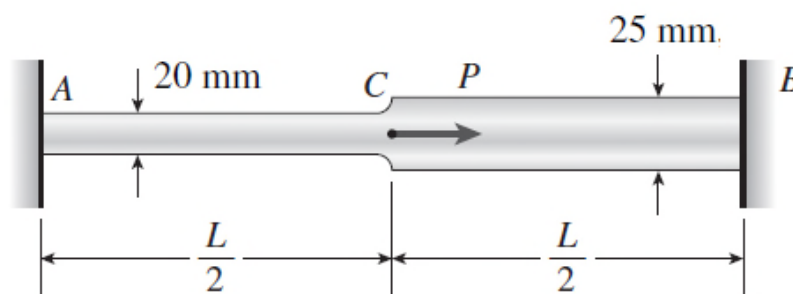


- (A) 250 kPa (B) 75 kPa (C) 25 kPa (D) 375 kPa
- 7 圖示長度 2.4 公尺之 A304 不鏽鋼管，A, B 兩端皆固定，室溫裝設完成時，全管斷面皆未受力。假設輸送液體後，造成管 AB 段間溫差以 $\Delta T = (30x + 20)^\circ\text{C}$ 呈線性分布，x 為自 A 算起之位置。已知熱膨脹係數 $\alpha = 17 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，楊氏模數 $E = 200 \text{ GPa}$ ，管斷面平均正向應力（normal stress）為何？



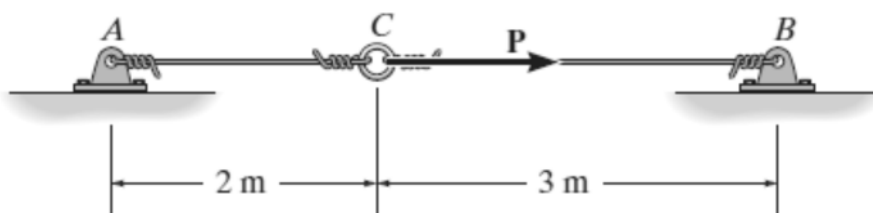
- (A) 134.4 MPa (B) 91.2 MPa (C) 34.4 MPa (D) 190.4 MPa

- 8 圖示軸力構件為均勻材質，但左右不等直徑的圓形斷面，假設彈性-完全塑性行為，降伏應力 $\sigma_y = 250 \text{ MPa}$ ， $L = 1000 \text{ mm}$ ，構件之塑性載重 P_p 與初始降伏載重 P_y 之比值 (P_p/P_y) 為何？



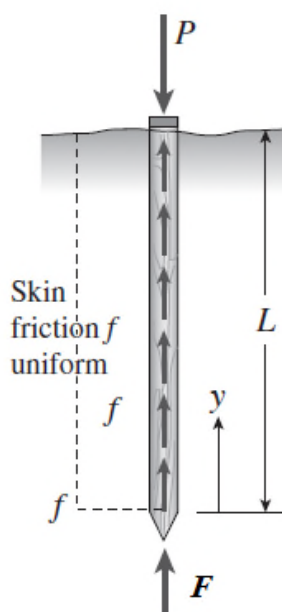
- (A) 25/16 (B) 25/9 (C) 1/1 (D) 16/9

- 9 圖示為兩根相同材質但長度分別為 2 m 與 3 m 的纜繩，纜繩斷面積為 2 mm^2 。兩繩在 C 處先以扣件相連，此時起始張力為 50 N，之後再施加外力 P (向右)。已知纜繩的張應力允許值為 37 MPa，請問此施加外力 P 的最大值為何？



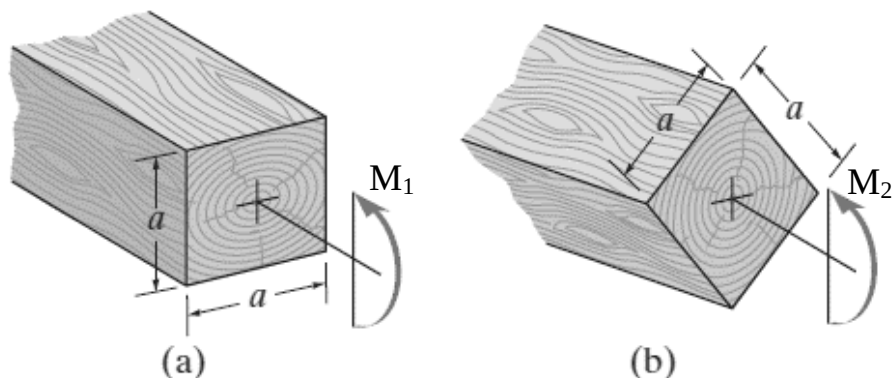
- (A) 40 N (B) 20 N (C) 24 N (D) 50 N

- 10 圖示為圓形基樁打入土中，基樁上方載重 $P = 1500 \text{ kN}$ 由側邊摩擦力 f 與樁底反力 F 平衡。設單位長度之摩擦力 $f = 90 \text{ kN/m}$ 均佈在基樁表面。已知樁長 $L = 12 \text{ m}$ ，直徑 0.3 m，楊氏模數 $E = 29 \text{ GPa}$ 。此樁的彈性縮短量為何？

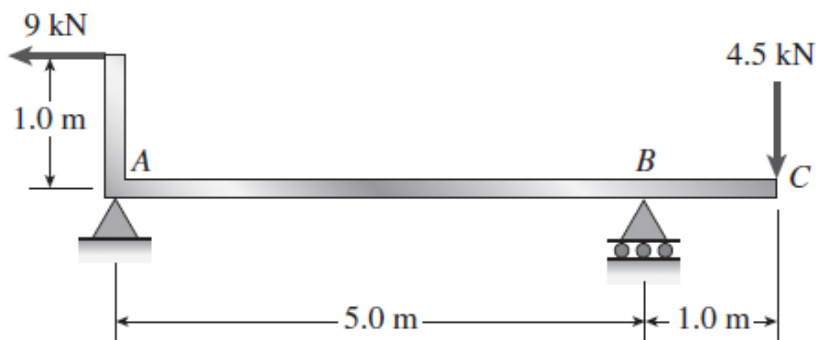


- (A) 0 mm (B) 8.78 mm (C) 4.57 mm (D) 5.62 mm

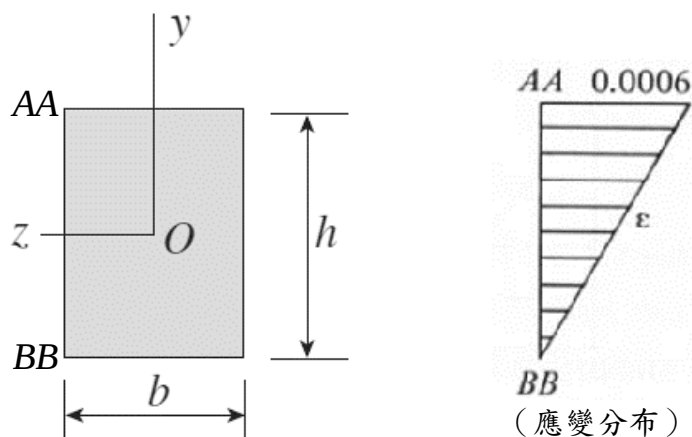
- 11 圖(a)與圖(b)為材質尺寸相同的斷面，有相同容許應力 σ_{allow} ，但不同彎曲軸計算的容許彎矩分別標示為 M_1 與 M_2 ，則比值 (M_1/M_2) 為何？



- (A) 0.5 (B) 0.707 (C) 1.414 (D) 2.0
- 12 圖示 L 外型之梁的兩端皆受到集中荷重作用（一水平、一垂直），則在 AB 跨度中點位置斷面的彎矩大小為何？

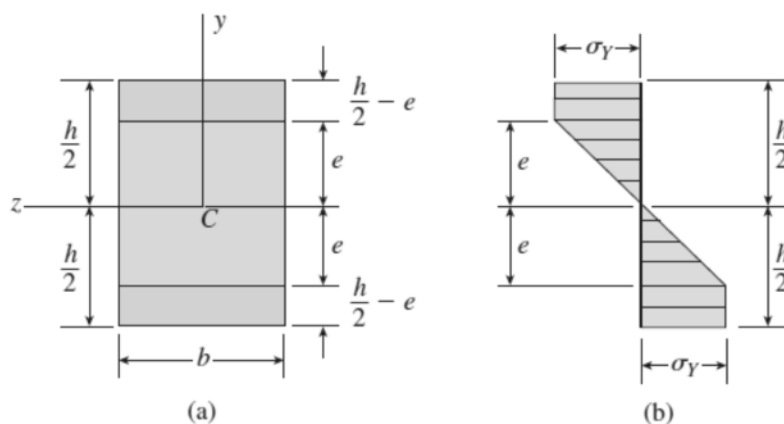


- (A) 6.75 kN·m (B) 10.1 kN·m (C) 12.3 kN·m (D) 15.5 kN·m
- 13 圖示為一矩形斷面之尺寸及應變分布情形，AA 與 BB 分別為斷面的上、下緣位置，已知 $h = 24 \text{ cm}$ 、 $b = 18 \text{ cm}$ 、在 AA 處之應變 $\epsilon_{AA} = 0.0006$ 、在 BB 處之應變 $\epsilon_{BB} = 0$ ，而降伏應變 $\epsilon_y = 0.001$ 。此斷面之軸向合力為 P（張力），合力作用高度與 BB 距離 y_R ，計算 $y_R = ?$



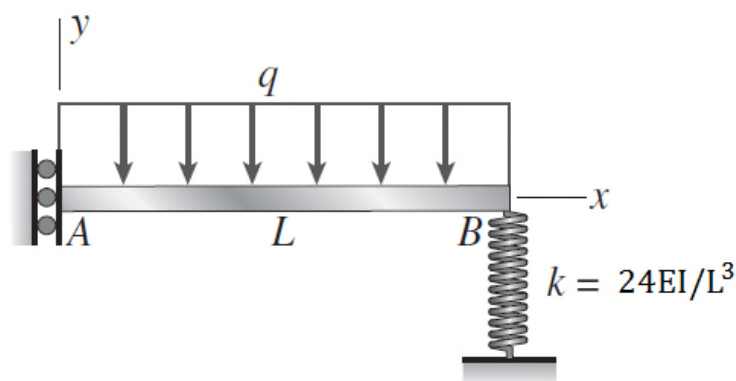
- (A) 12 cm (B) 0 cm (C) 8 cm (D) 4 cm

- 14 圖示為一均質矩形斷面（圖(a)），在某載重作用下之彎曲應力分布（圖(b)）。假設材料為彈性-完全塑性，而斷面彎矩 M 介於初始降伏彎矩(M_y)及全塑化彎矩(M_p)之間，因此斷面僅中性軸上下各距離 e 的範圍維持彈性性質。已知斷面剪力為 V ，則中性軸位置之平均橫剪應力（transverse shear stress） τ_{xy} 大小為何？



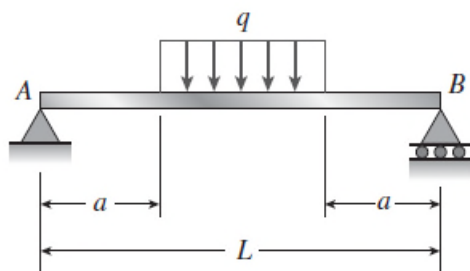
- (A) $\frac{3V}{2bh}$ (B) $\frac{3V}{4be}$ (C) $\frac{V}{b(h-2e)}$ (D) $\frac{V}{2eb}$

- 15 圖示鋼梁 $E = 210 \text{ GPa}$ 、 $I = 119 \times 10^6 \text{ mm}^4$ 、 $L = 3.5 \text{ m}$ ，承載均佈荷重 $q = 9.5 \text{ kN/m}$ ，A 處為滑動支承（sliding support），B 處為彈力常數 $k = 24 EI/L^3$ 之垂直支撐彈簧。此梁的最大撓度（deflection）為何？

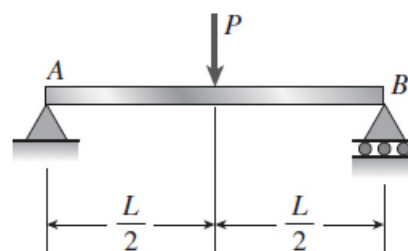


- (A) 2.38 mm (B) 13.07 mm (C) 10.69 mm (D) 14.28 mm

- 16 圖示(a)之簡支梁中跨 $L/3$ 區段承載均佈載重 q ，在跨距中點撓度（deflection）標示為 Δ_1 。若將載重簡化為作用於跨距中點的集中載重 $P = qL/3$ ，此簡化的跨距中點撓度標示為 Δ_0 （圖(b)）。兩個撓度的比值（ Δ_1/Δ_0 ）最貼近下列何者？〔本題 $a = L/3$ 〕



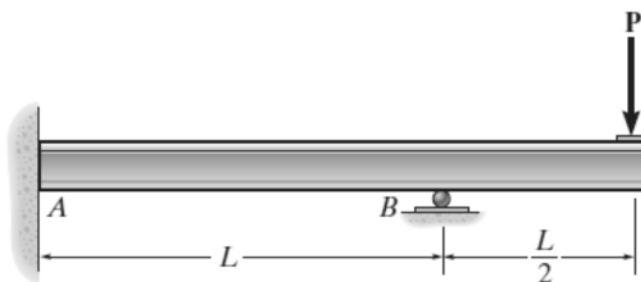
(a) 實際跨距中點撓度 Δ_1



(b) 簡化跨距中點撓度 Δ_0

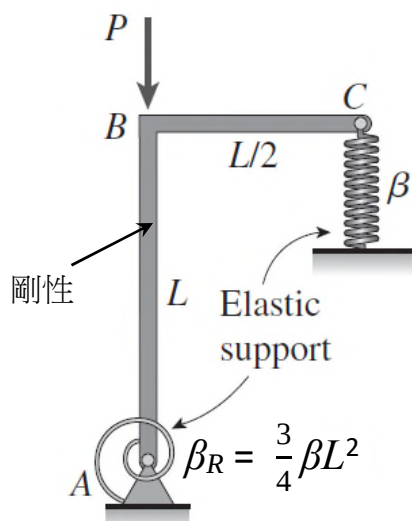
- (A) $\frac{205}{216}$ (B) $\frac{23}{27}$ (C) $\frac{18}{17}$ (D) 1

- 17 圖示靜不定梁受集中荷重 P 作用， A 點固端彎矩 $M_A = x PL$ ($\cup$ 為正)， B 點反力 $R_B = yP$ ($\uparrow$ 為正)，則 $(x, y) = ?$



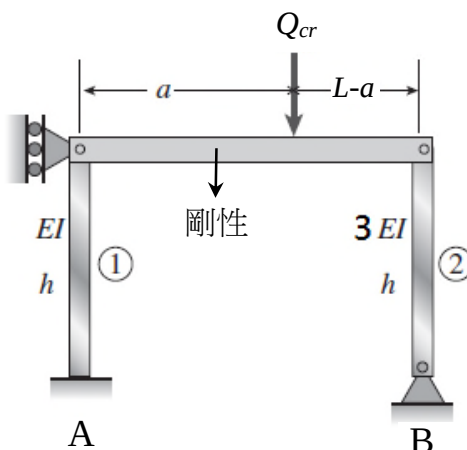
- (A) $(-1/2, 1)$ (B) $(-1/4, 5/4)$ (C) $(1, 5/2)$ (D) $(1/4, 7/4)$

- 18 圖示剛性桿件 ABC 與彈簧組合之系統，線彈簧勁度 β ，旋轉彈簧勁度 $\beta_R = \frac{3}{4}\beta L^2$ ，則此系統之臨界挫屈載重 P_{cr} 為何？



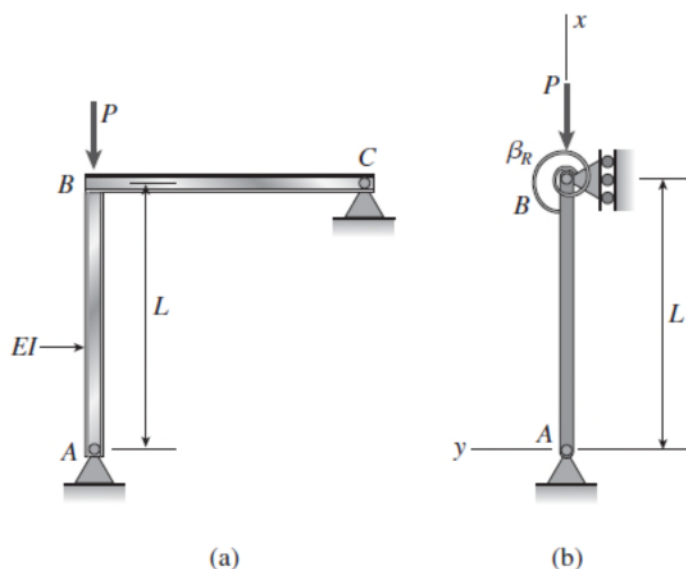
- (A) $\frac{\beta L}{4}$ (B) $\frac{\beta L}{2}$ (C) βL (D) $\frac{5\beta L}{4}$

- 19 圖示之水平剛性梁由編號①與②的兩根柱支撐，兩柱長度相同，但②號柱剛性為①號柱之 3 倍。兩柱的頂部皆與梁鉸接，但底部分別為固接 (A) 與鉸接 (B)。載重 Q_{cr} 之作用位置 (如圖)，如欲使兩柱同時發生挫屈，比值 (a/L) 為何？

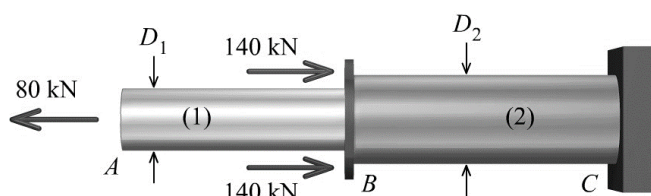


- (A) 0.25 (B) 0.4 (C) 0.6 (D) 0.75

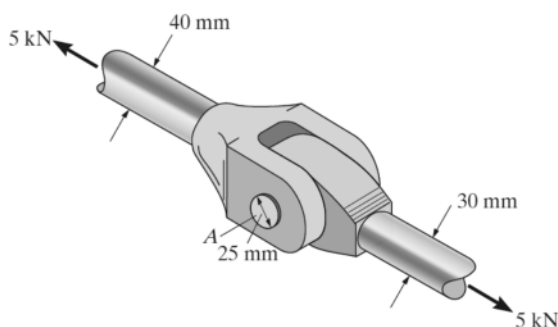
- 20 圖(a)為一開挖現場支撐構件，其簡化分析模型如圖(b)，以彈力常數為 β_R 之旋轉彈簧模擬水平梁 BC 。已知圖(b)模型的挫屈方程式為 $\frac{L\beta_R}{EI} = \frac{(\lambda L)^2}{\lambda L \times \cot(\lambda L) - 1}$ ，其中 $\lambda = \sqrt{P/EI}$ 。若 AB 桿之有效長度 $KL = 0.8 L$ 時， B 點的旋轉束制 (β_R) 所對應之勁度設計值是 $x \frac{EI}{L}$ ，則 $x = ?$



- (A) 5.27 (B) 2.37 (C) 12.37 (D) 1.42
- 21 如圖兩實心圓桿承受軸力，材料(1)直徑 $D_1 = 24 \text{ mm}$ ，材料(2)直徑 $D_2 = 42 \text{ mm}$ ，試求材料(1)之軸向應力：

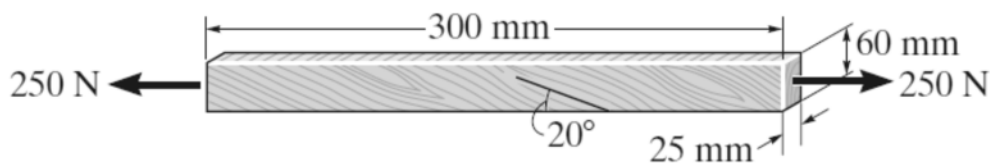


- (A) 58 MPa (B) 177 MPa (C) 4420 MPa (D) 144 MPa
- 22 承上題，試求材料(2)軸向應力：
- (A)-58 MPa (B)-177 MPa (C)-4420 MPa (D)-144 MPa
- 23 如圖兩拉力實心圓桿，中間由螺栓作連結，承受 5 kN 拉力，左上圓桿直徑 40 mm，右下圓桿直徑 30 mm，螺栓直徑 25 mm，下列敘述何者正確？

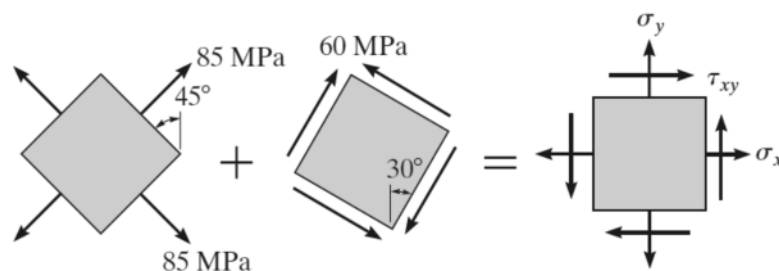


- (A) 左上桿件軸向應力 7.1 MPa (B) 右下桿件軸向應力 4.0 MPa
(C) 螺栓平均剪應力 10.2 MPa (D) 螺栓平均剪應力 5.1 MPa

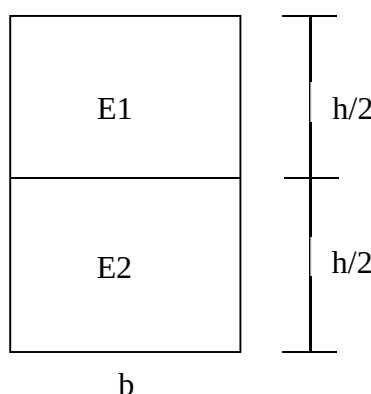
- 30 如圖矩形斷面（25 mm×60 mm）之木棒承受 250 N 拉力，木頭紋理與水平線成 20° 夾角，試求木頭紋理之正向應力（normal stress）：



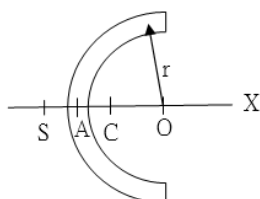
- (A) 166.7 kPa (B) 19.5 kPa (C) -19.5 kPa (D) -53.6 kPa
- 31 構件中某一點應力場由兩個平面應力組合而成，試求合成後水平向（X 軸）應力 σ_x ：



- (A) 25 MPa (B) 33 MPa (C) 137 MPa (D) -30 MPa
- 32 梁斷面寬度 b 高度 h ，由兩種材料組合而成，上部材料楊氏模數 $E_1 = 100 \text{ GPa}$ ，下部材料楊氏模數 $E_2 = 200 \text{ GPa}$ ，求梁中性軸至梁最下緣之距離：



- (A) $\frac{1}{3}h$ (B) $\frac{3}{8}h$ (C) $\frac{5}{12}h$ (D) $\frac{4}{9}h$
- 33 承上題，假設梁斷面承受正彎矩 M ，上部材料受壓，下部材料受拉，試求梁最大撓曲拉應力：
- (A) $\frac{80M}{11bh^2}$ (B) $\frac{60M}{11bh^2}$ (C) $\frac{50M}{11bh^2}$ (D) $\frac{40M}{11bh^2}$
- 34 如圖半圓弧薄板斷面半徑 r ，假設 S 、 C 、 O 三點於 X 軸上等距分布，半圓弧薄板圓心位置在 O 點， C 點為半圓弧斷面形心位置，半圓弧薄板中心線與 X 軸相交於 A 點，請依圖形判斷此斷面剪力中心位置：



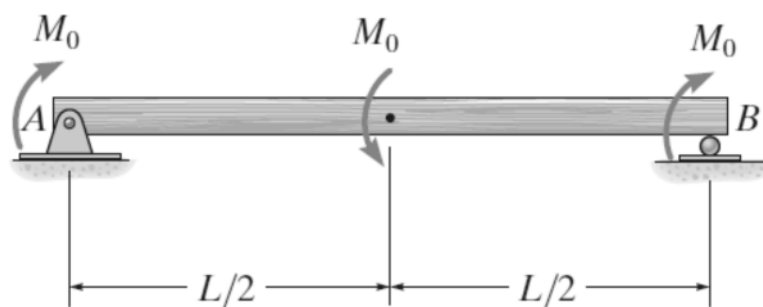
- (A) S 點 (B) O 點 (C) C 點 (D) A 點

- 35 懸臂梁自由端承受集中力 P ，假設梁斷面之最大撓曲應力與最大剪應力相等，求懸臂梁跨距 L ：



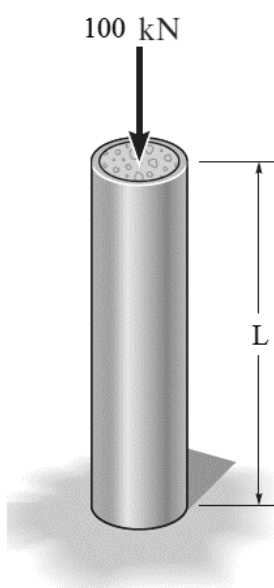
- (A) $\frac{1}{2}h$ (B) $\frac{1}{3}h$ (C) $\frac{1}{4}h$ (D) $\frac{1}{6}h$

- 36 假設梁承受外力彎矩如圖，求梁斷面最大彎矩：



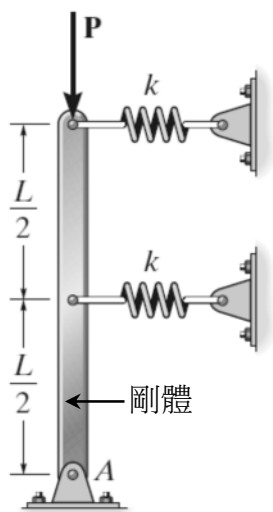
- (A) $2M_0$ (B) $\frac{3}{2}M_0$ (C) M_0 (D) $\frac{1}{2}M_0$

- 37 如圖示，中空鋼管內外直徑分別為 70 mm 與 80 mm，內部填充混凝土受到 100 kN 軸壓力。已知鋼與混凝土縮短量相同， $E_{\text{鋼}} = 200\text{GPa}$ 、 $E_{\text{混}} = 24\text{GPa}$ ，計算鋼管承擔之平均正向應力 (normal stress) 大小？



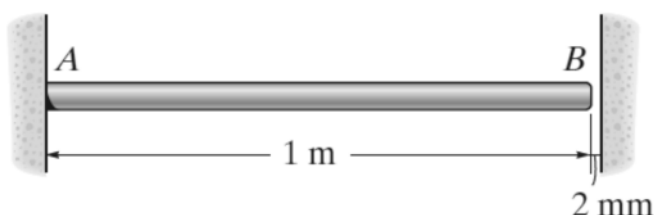
- (A) 61.0 MPa (B) 49.0 MPa (C) 5.9 MPa (D) 71.8 MPa

38 試求如圖柱之挫屈載重：



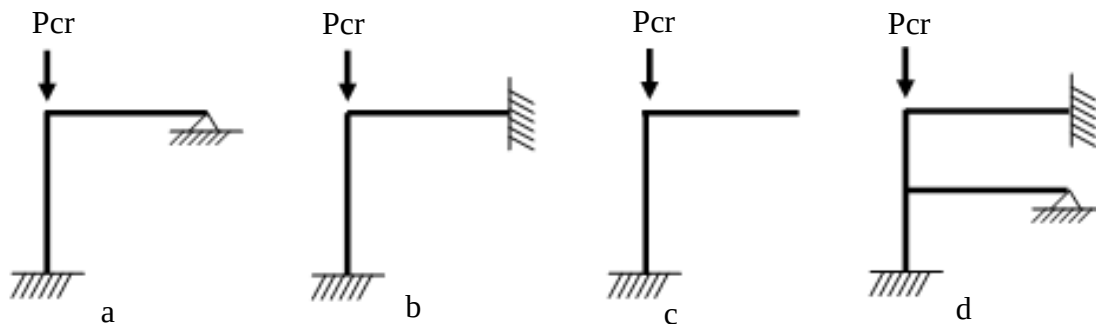
- (A) $\frac{3}{4}kL$ (B) kL (C) $\frac{5}{4}kL$ (D) $\frac{3}{2}kL$

39 如圖銅製實心圓桿，直徑 50 mm，楊氏模數 103 GPa，熱膨脹係數 $17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，降伏強度 345 MPa，A 端為固定端，B 端與牆有 2 mm 間隙，當 B 端因溫度升高而碰到牆時 B 端可視為鉸接，試求讓銅製圓桿挫屈之溫度升高差值 ΔT ：



- (A) 258°C (B) 303°C (C) 358°C (D) 403°C

40 假設下圖各所有梁與柱斷面皆有相同 EI 與長度 L，試問下列四柱之挫屈強度由最大至最小排序為：



- (A) cabd (B) acdb (C) bdca (D) dbac