

114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、引水人、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。

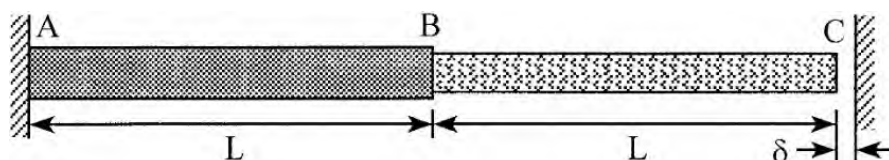
甲、申論題部分:(50分)

(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。

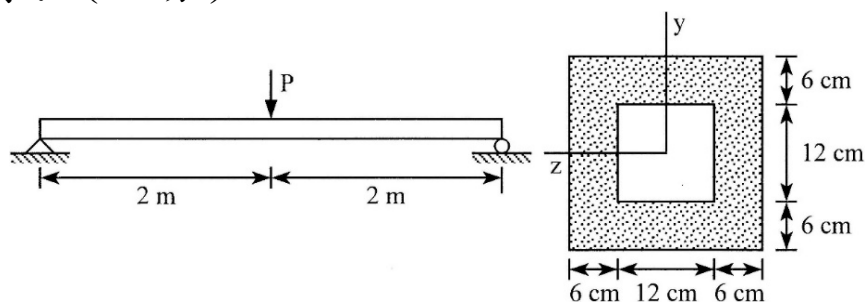
(二)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(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、有一ABC水平桿件如下圖所示,AB段由銅組成,其彈性係數 $E_c = 120 \text{ GPa}$,熱膨脹係數 $\alpha_c = 16 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$,橫斷面面積 $A_c = 10 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 。BC段由鋼組成,其彈性係數 $E_s = 200 \text{ GPa}$,熱膨脹係數 $\alpha_s = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$,橫斷面面積 $A_s = 8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ 。ABC桿件之A點為固定端,C點與牆面有一間隙 $\delta = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$ 存在。設 $L = 2 \text{ m}$,當ABC桿件溫度均勻上升 10°C 時,試求ABC桿件所受之水平軸力、AB銅桿件中之正向應力及BC鋼桿件中之正向應力,請註明應力為張力或壓力。(15分)

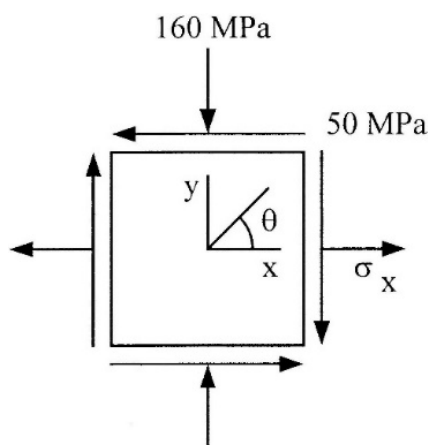


二、有一簡支梁斷面如下圖所示,此梁受一集中載重 P 。如此梁之最大容許剪應力 τ_{allow} 為 1 MPa ,最大容許正向應力 σ_{allow} 為 8 MPa ,則 P 之最大值為何?(20分)



三、有一平面應力元素受應力如下圖所示，如此元素逆鐘向旋轉 30° 時，其正向應力為壓應力 53.3 MPa，請計算 σ_x 、最大主軸應力 σ_1 及最小主軸應力 σ_2 。(15 分)

提示：
$$\sigma_{x1} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \cos 2\theta + \tau_{xy} \sin 2\theta$$



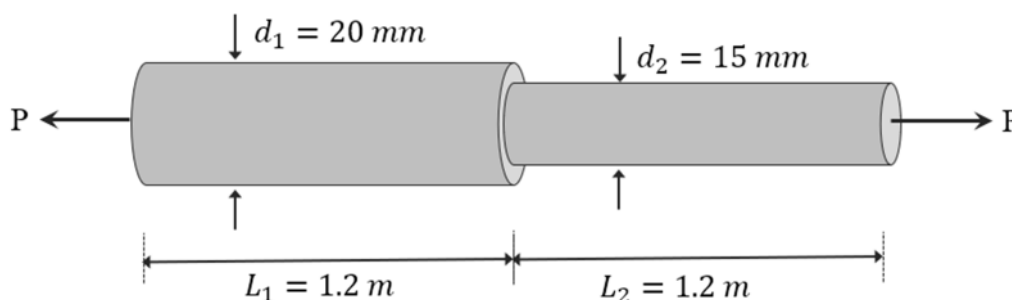
乙、測驗題部分：(50分)

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。

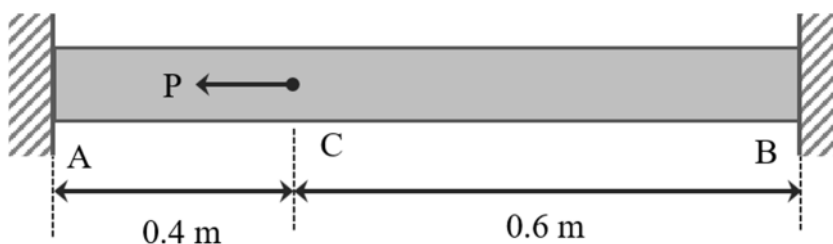
(二)共40題，每題1.25分，須用2B鉛筆在試卡上依題號清楚劃記，於本試題或申論試卷上作答者，不予計分。

- 1 實心圓桿受軸向拉力 $P = 50 \text{ kN}$ (如圖所示)，其斷面為實心圓形。已知該材料的楊氏模數 $E = 210 \text{ GPa}$ ，求此桿件在該拉力作用下之軸向伸長量：



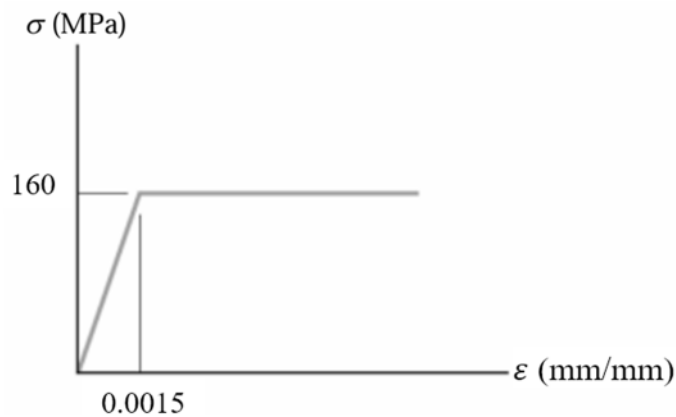
- (A) 0.91 mm (B) 1.62 mm (C) 1.82 mm (D) 2.53 mm

- 2 如圖所示之均質等斷面桿件受軸力 P 作用。假設材料之應力與應變呈完全彈性行為。求桿件 AC 與 CB 段之正向應力 (normal stress) σ_{AC} 及 σ_{CB} 之比值 (σ_{AC}/σ_{CB})：

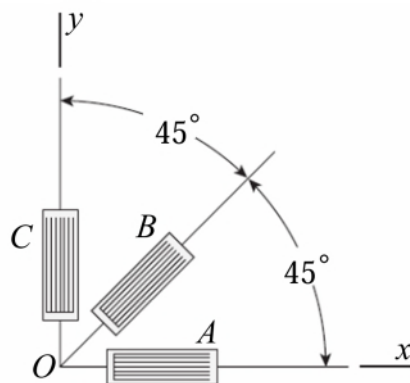


- (A) 1/1 (B) - (3/2) (C) 2/3 (D) - (2/3)

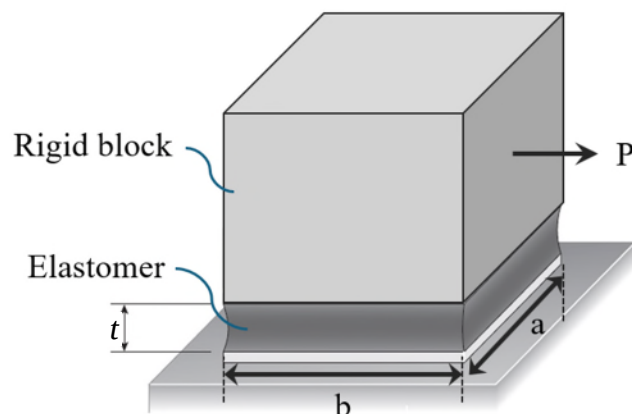
- 3 承上題，軸力桿件為圓形斷面，直徑 40 mm，假設材料為線彈性－完全塑性行為（Elastic-perfectly plastic），如圖所示。P=350 kN 時，A 與 B 兩端反力大小之比值（ R_A/R_B ）為何？



- (A) 1.35 (B) 0.85 (C) 2.35 (D) 1.55
- 4 如圖所示應變計用以量測結構表面 O 點之應變，若已測得於 O 點處 A、B、C 三方向之應變分別為 $\epsilon_A=500 \times 10^{-6}$ ， $\epsilon_B=300 \times 10^{-6}$ ， $\epsilon_C=-100 \times 10^{-6}$ ，則 O 點之剪應變 γ_{xy} 為何？

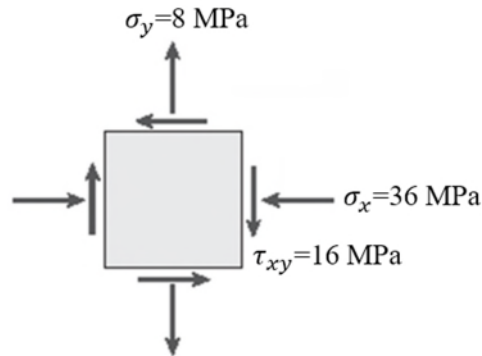


- (A) 200×10^{-6} (B) 250×10^{-6} (C) 300×10^{-6} (D) 400×10^{-6}
- 5 一彈性體（Elastomer）之頂部緊密黏結一剛性塊體（Rigid block）如下圖示，其中彈性體之尺寸為 $a=150$ mm, $b=150$ mm, $t=50$ mm。當剛性塊體受水平側向力 $P=20$ kN 作用時，彈性體頂部產生之橫向位移為 2.5 mm，假設此為微小剪應變之情況，試求此彈性體之剪力模數 G (Shear modulus)：

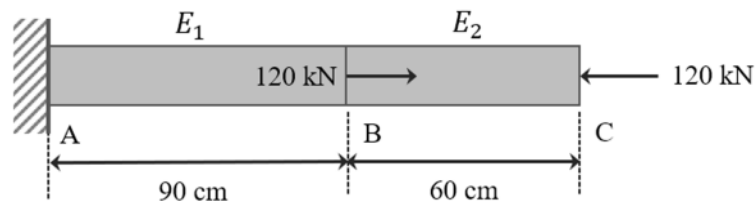


- (A) 1.65 MPa (B) 2.25 MPa (C) 17.8 MPa (D) 21.1 MPa

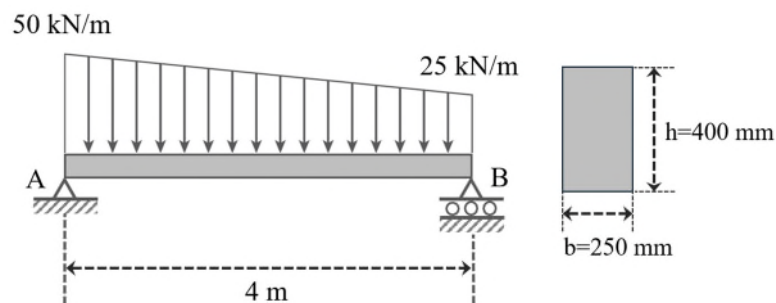
- 6 如圖所示之平面應力元素，其所受應力：水平方向之壓應力為 36 MPa、垂直方向之拉應力為 8 MPa，以及指向圖示方向之剪應力為 16 MPa。請試算該應力元素之最大剪應力 (τ_{max}) 以及伴隨之正向應力 (σ)：



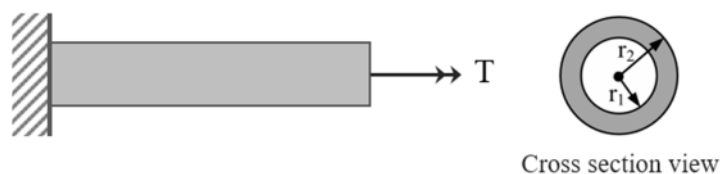
- (A) $\tau_{max} = 18 \text{ MPa}$; $\sigma = 13.2 \text{ MPa}$ (B) $\tau_{max} = 22.3 \text{ MPa}$; $\sigma = -41.2 \text{ MPa}$
(C) $\tau_{max} = 18 \text{ MPa}$; $\sigma = 0$ (D) $\tau_{max} = 27.2 \text{ MPa}$; $\sigma = -14 \text{ MPa}$
- 7 如圖所示，由不同材質之 AB 段與 BC 段組合而成之彈性桿件。兩桿件之斷面積均為 15 cm^2 。在連接點 B 與端點 C 處，分別施加一對大小為 120 kN 且方向相反之軸向力。求 AB 段之正向應力 (normal stress)：



- (A) 80 MPa (張應力) (B) 0 MPa (C) 80 MPa (壓應力) (D) 160 MPa (壓應力)
- 8 一長度 $L=4 \text{ m}$ 之均質簡支樑，其斷面寬度 $b=250 \text{ mm}$ ，高 $h=400 \text{ mm}$ ，當受到如下圖示之分佈載重作用時，其中性面 (neutral surface) 上之最大剪應力為何？

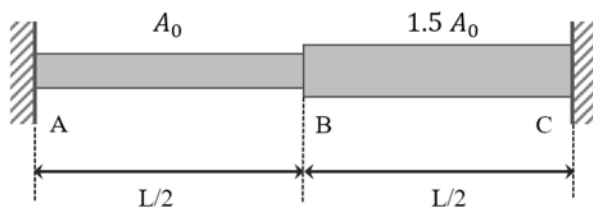


- (A) 3750 kN/m^2 (B) 1250 kN/m^2 (C) 730 kN/m^2 (D) 375 kN/m^2
- 9 下圖之圓管桿件其內徑 $r_1=70 \text{ mm}$ ，外徑 $r_2=80 \text{ mm}$ ，承受大小為 $T=2.0 \text{ kN-m}$ 之扭矩。求該桿件所受之最大剪應力：

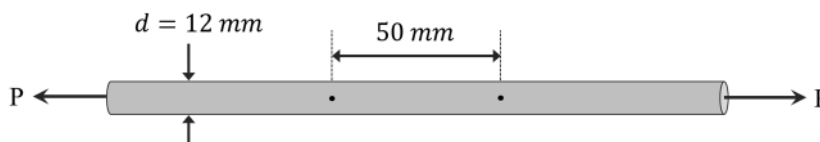


- (A) 5.3 MPa (B) 6.0 MPa (C) 10.6 MPa (D) 12 MPa

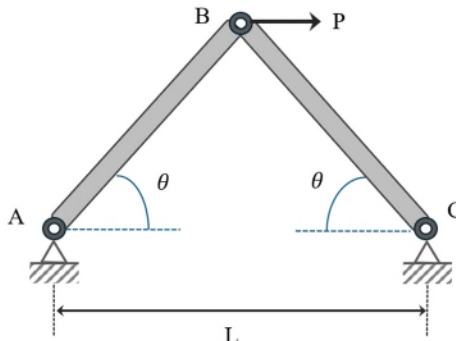
- 10 如圖所示之桿件 ABC，兩端固定，AB 段與 BC 段有相同的楊氏模數 E 與熱膨脹係數 α 。已知 AB 段的橫斷面積為 A_0 ，而 BC 段的橫斷面積為 $1.5 A_0$ 。當桿件因整體均勻升溫 ΔT 時，則 BC 段之壓應力可表示為：



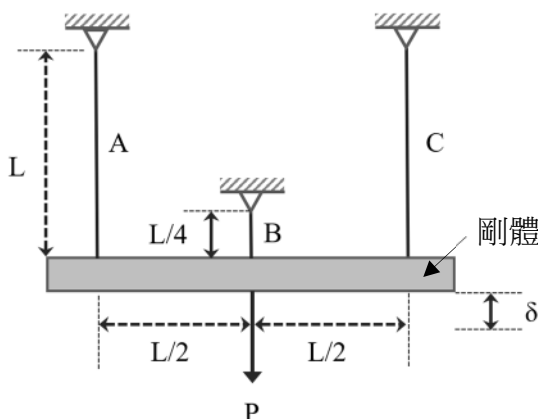
- (A) $\frac{6}{5}E\alpha(\Delta T)$ (B) $\frac{12}{15}E\alpha(\Delta T)$ (C) $\frac{13}{15}E\alpha(\Delta T)$ (D) $\frac{5}{6}E\alpha(\Delta T)$
- 11 一實心圓形斷面之金屬桿件進行抗拉強度試驗，桿件之直徑 $d = 12 \text{ mm}$ ，標距長度 (Gage length) 為 50 mm (如圖所示)。當拉伸力 P 達到 25 kN 時，標距之間的距離增加 0.145 mm ，試求此金屬桿件之楊氏模數 E ：



- (A) 19.1 MPa (B) 38.1 MPa (C) 76.2 MPa (D) 86.2 MPa
- 12 下圖中桁架 ABC 是由二支斷面積均為 2000 mm^2 、楊氏模數均為 200 GPa 之鋼質桿件所組成，其跨度 $L = 4 \text{ m}$ ， $\theta = 45^\circ$ 。若桁架頂端受到水平力 $P = 120 \text{ kN}$ 之作用，則 B 點之水平位移為：

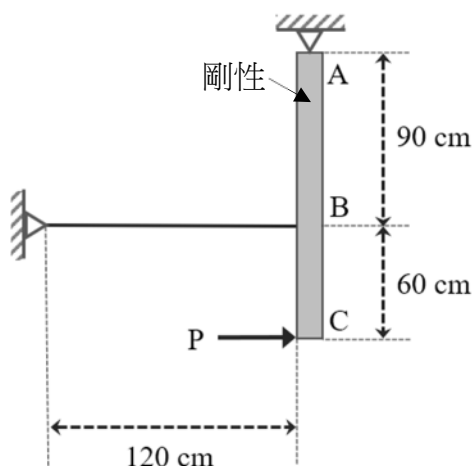


- (A) 0.65 mm (B) 0.85 mm (C) 1.25 mm (D) 1.70 mm
- 13 如圖所示，三支材質相同且均質的桿件 A、B、C 以對稱配置懸掛一剛體。在外力 P 的作用下，各桿件的軸向剛度 EA 均相等。試求桿件 A 所承受的內力大小：

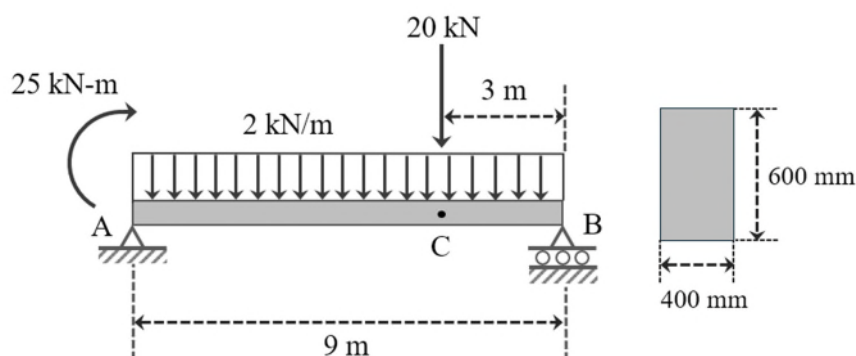


- (A) $P/6$ (B) $P/4$ (C) $P/3$ (D) $P/2$

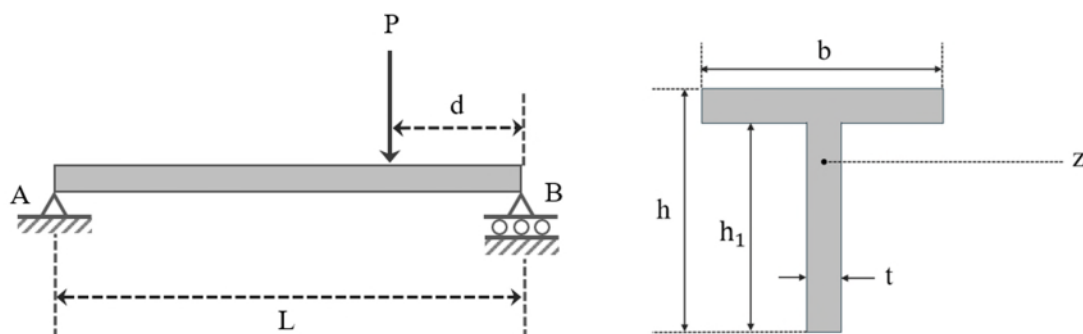
- 14 如圖所示，一根剛性桿件以鉸接方式垂直懸掛於天花板，並在點 B 使用一軸力繫桿固定至牆壁。該繫桿的斷面積 $A=120 \text{ mm}^2$ ，楊氏模數 $E=200 \text{ GPa}$ 。於剛性桿底部的自由端施加一水平集中力 $P=5 \text{ kN}$ 。試求點 C 的水平位移量，其最接近下列何值？



- (A) 0.17 mm (B) 0.35 mm (C) 0.69 mm (D) 1.38 mm
- 15 下圖之簡支梁受到如圖所示之載重。C 點位於距 B 端 3 m 處，並緊鄰集中載重之右側；斷面尺寸寬度為 400 mm，高度為 600 mm。求 C 點斷面上之最大撓曲應力 σ_C ：

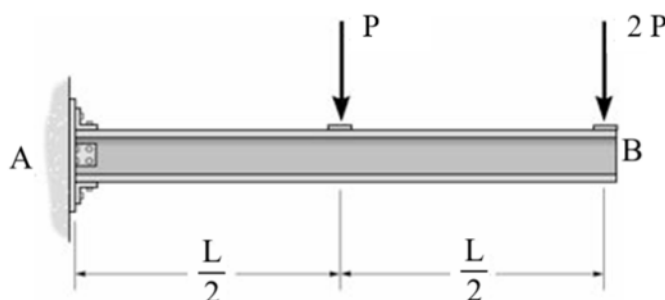


- (A) 1.47 MPa (B) 2.77 MPa (C) 4.16 MPa (D) 5.54 MPa
- 16 T 型梁斷面之幾何尺寸如圖所示：上翼板寬度 $b=80 \text{ mm}$ 、厚度 $t=20 \text{ mm}$ 、整體高度 $h=100 \text{ mm}$ 、以及腹板高度 $h_1=80 \text{ mm}$ 。該梁的跨度為 $L=4.0 \text{ m}$ ，集中載重作用於距 B 端 $d=1 \text{ m}$ 處。求對 z 軸（中性面）之慣性矩 I_z ：



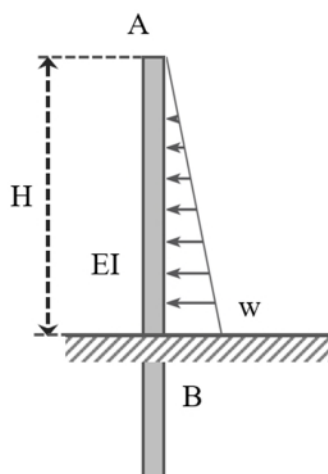
- (A) 2,907,000 mm^4 (B) 3,867,000 mm^4 (C) 4,246,875 mm^4 (D) 6,747,000 mm^4
- 17 承上題，「T 型梁」AB 在集中載重 $P=10.0 \text{ kN}$ 作用下之最大撓曲（拉）應力 σ_t 為：
- (A) 120.4 MPa (B) 62.0 MPa (C) 90.3 MPa (D) 167.7 MPa

- 18 如圖所示之懸臂梁分別於跨度中央受一集中載重 P 作用，及自由端受集中載重 $2P$ 作用，梁之跨度為 L ，假設梁桿件之楊氏模數 E 及慣性矩 I 均為常數，試求自由端之垂直變位：



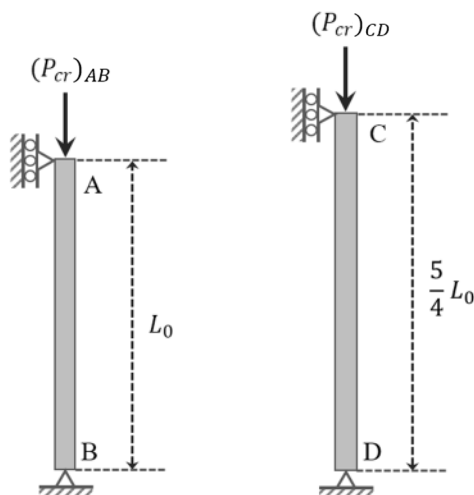
- (A) $\frac{3PL^3}{8EI}$ (B) $\frac{7PL^3}{16EI}$ (C) $\frac{25PL^3}{48EI}$ (D) $\frac{37PL^3}{48EI}$

- 19 一根擋土樁自地面突出，高度為 H ，其撓曲剛度 (Flexural Rigidity) 為 EI 。在受到如圖所示之側向土壓力 w 作用下，試求擋土樁頂部 A 點自由端產生之轉角：



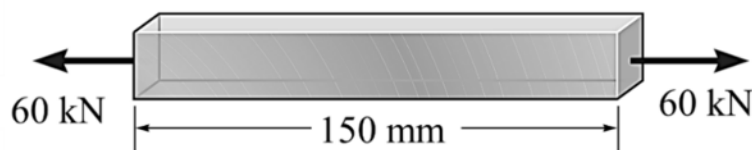
- (A) $\frac{wH^4}{18EI}$ (B) $\frac{wH^3}{24EI}$ (C) $\frac{wH^3}{30EI}$ (D) $\frac{wH^4}{36EI}$

- 20 如圖所示之桿件 AB 與桿件 CD，兩根桿件之撓曲剛度 (Flexural Rigidity) EI 均相同。已知桿件 AB 的長度為 L_0 ，而桿件 CD 的長度為 $1.25 L_0$ ，求此兩根桿件最小臨界 (挫屈) 載重之比值 $(P_{cr})_{CD} / (P_{cr})_{AB}$ ：

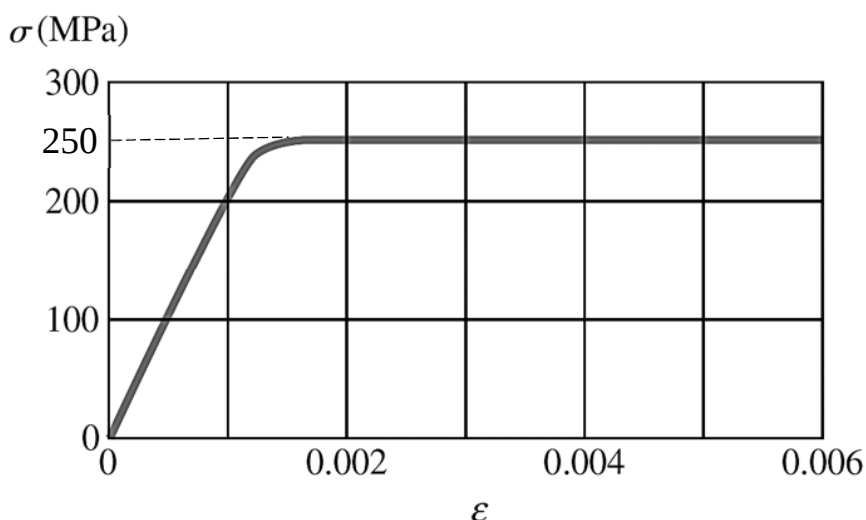


- (A) 0.64 (B) 1.56 (C) 2.78 (D) 3.13

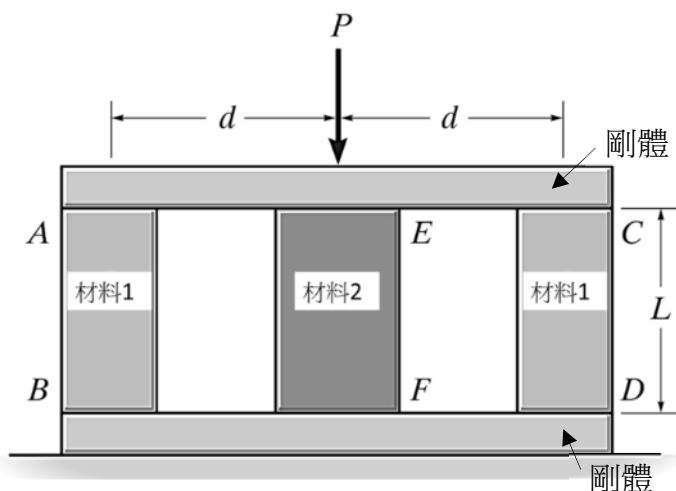
- 21 有一等斷面桿件，長度為 150 mm，斷面面積為 500 mm^2 。若該桿件材料為線彈性材料，當其受到 60 kN 的軸向力時，伸長了 0.075 mm，則該桿件材料的楊氏模數（Young's Modulus）為何？



- (A) 250 GPa (B) 240 GPa (C) 230 GPa (D) 220 GPa
- 22 有一鋼棒長度為 50 cm，其鋼材的單軸拉伸應力－應變曲線如圖所示，若此鋼棒受拉力伸長 2 mm 後將力量釋放，則鋼棒的永久變形量為何？

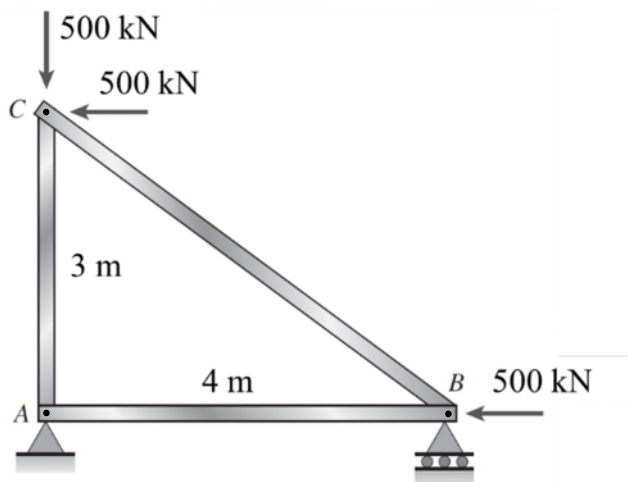


- (A) 1.375 mm (B) 1.425 mm (C) 1.575 mm (D) 1.625 mm
- 23 有一組件由兩支外柱 AB 和 CD 以及一支中央柱 EF 所組成，其中 AB 柱與 CD 柱由材料 1 製成，其楊氏模數為 E_1 ，斷面積為 A_1 ； EF 柱由材料 2 製成，其楊氏模數為 E_2 ，斷面積為 A_2 。若要將 AB 和 CD 柱同時更換為由材料 2 製成，且更換前後的組件，其受相同軸力 P 時具有相同的變形量。求更換後的 AB 柱與 CD 柱斷面積為何？

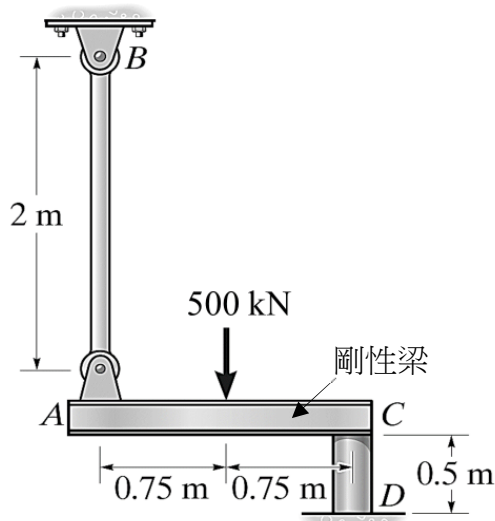


- (A) $\frac{E_2}{E_1} A_2$ (B) $\frac{E_2}{E_1} A_1$ (C) $\frac{E_1}{E_2} A_1$ (D) $\frac{E_1}{E_2} A_2$

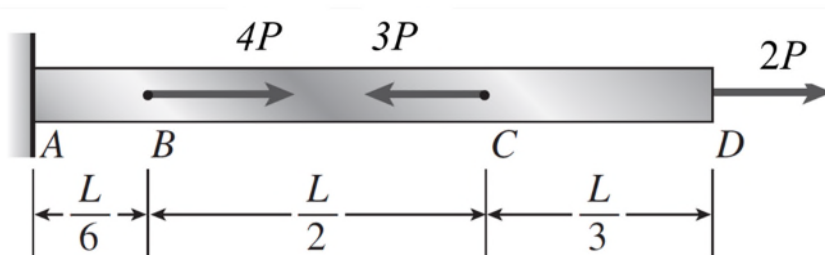
- 24 一個鋼製平面桁架如圖所示，每支桿件的斷面積為 4000 mm^2 ，在點 B 和 C 承受外力，則桿件 AB 中的最大剪應力為何？



- (A) 125 MPa (B) 150 MPa (C) 225 MPa (D) 250 MPa
- 25 如圖所示，一剛性梁由 AB 圓桿和 CD 圓柱支撐，二者材料之楊氏模數皆為 70 GPa 。若 AB 桿的直徑為 40 mm ， CD 柱的直徑為 80 mm ，則在此外力下鋼梁的轉角為何？

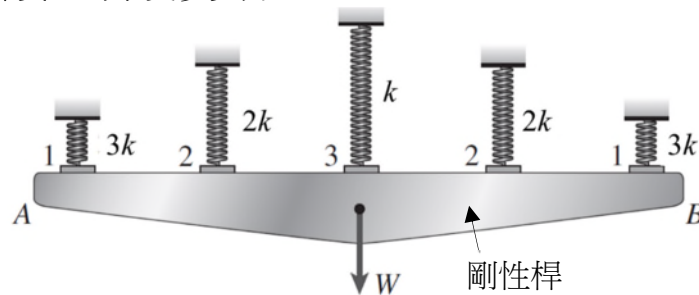


- (A) 0.203° (B) 0.255° (C) 0.307° (D) 0.351°
- 26 一桿件 AD 長度為 L ，斷面積為 A ，楊氏模數為 E ， A 點為固定端，該桿件於點 B 、 C 和 D 分別承受載重 $4P$ 、 $3P$ 和 $2P$ 。 AB 、 BC 與 CD 的長度分別為 $L/6$ 、 $L/2$ 和 $L/3$ ，求此桿件的應變能為何？



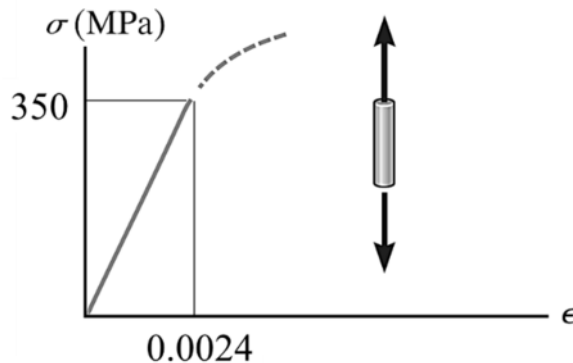
- (A) $\frac{7P^2L}{4EA}$ (B) $\frac{3P^2L}{2EA}$ (C) $\frac{5P^2L}{3EA}$ (D) $\frac{8P^2L}{5EA}$

- 27 如圖所示，一水平剛性桿 AB 由五根間距相等的彈簧支撐。彈簧 1、2 和 3 的彈簧常數分別為 $3k$ 、 $2k$ 和 k 。當彈簧未受力時，其下端皆位於同一條水平線上。所有彈簧共同承受剛性桿 AB 之自重 W ，求單根彈簧 1 的承受多少力量？



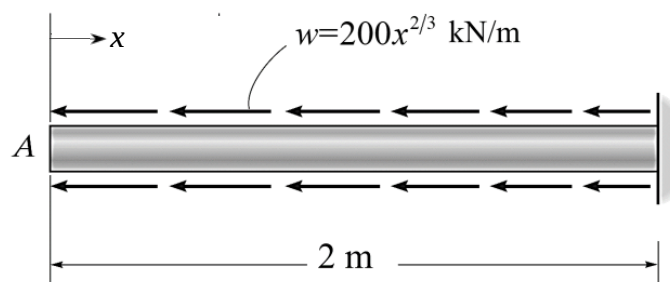
- (A) $3W/11$ (B) $2W/5$ (C) $3W/5$ (D) $2W/11$

- 28 一金屬材料試片的應力－應變彈性部分如圖所示。試片長度為 100 mm ，直徑為 15 mm ，當施加的載重為 50 kN 時，試片的直徑量測值為 14.99 mm 。求該金屬材料的剪力模數約為多少？



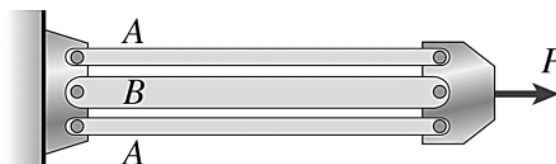
- (A) 60.3 GPa (B) 54.2 GPa (C) 51.8 GPa (D) 48.9 GPa

- 29 如圖所示，一桿件的斷面積為 2000 mm^2 ，材料楊氏模數為 200 GPa ，該桿件受到分佈載重作用時，求出端點 A 的位移為何？



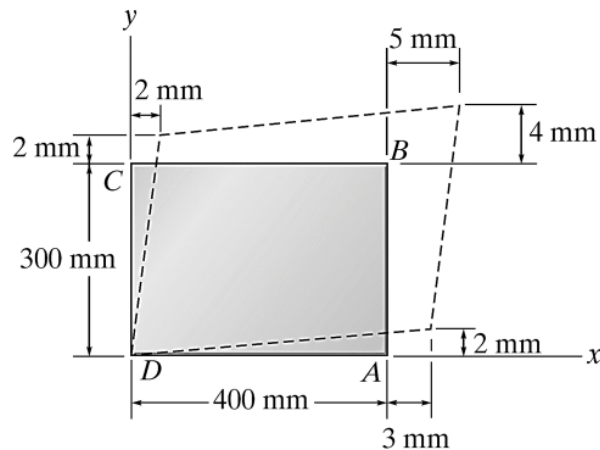
- (A) 0.628 mm (B) 0.714 mm (C) 0.802 mm (D) 0.872 mm

- 30 三支均質桿件兩端固接於剛性支承上，並於右端施加一拉力 P 如圖所示，其中外側兩支桿件的材料為 A ，中間桿件的材料為 B 。若材料 A 的楊氏模數為材料 B 的 3 倍，中間桿件的斷面積為外側桿件的 4 倍，則外力 P 有多少比例傳遞至中間桿件？

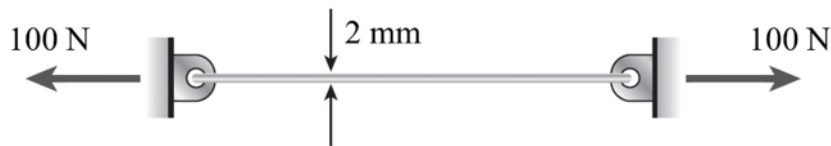


- (A) $3/7$ (B) $2/5$ (C) $3/5$ (D) $5/11$

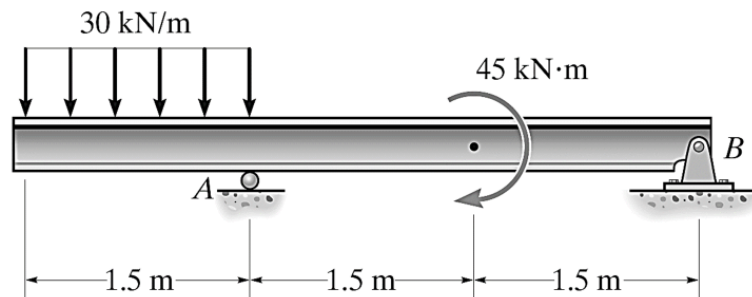
- 31 若一板發生變形如虛線所示，則 D 點的剪應變為何？



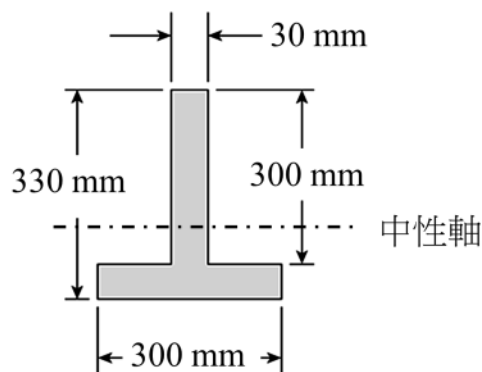
- (A) -0.0146 (B) 0.0146 (C) 0.0116 (D) -0.0116
- 32 一條銅線直徑為 2 mm，其楊氏模數為 110 GPa，承受拉力 100 N。若銅的熱膨脹係數為 $2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ ，使該銅線剛好完全鬆弛的溫度變化為多少？



- (A) -14.47°C (B) -12.61°C (C) 12.61°C (D) 14.47°C
- 33 一外伸梁如圖所示，此梁的最大負彎矩約為何？

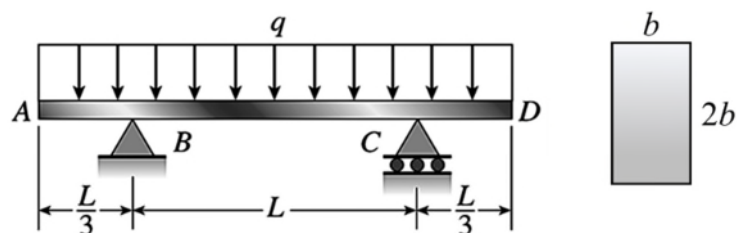


- (A) 33.75 kN-m (B) 45.00 kN-m (C) 36.23 kN-m (D) 39.38 kN-m
- 34 一梁斷面如圖所示，求此梁對中性軸之慣性矩為何？

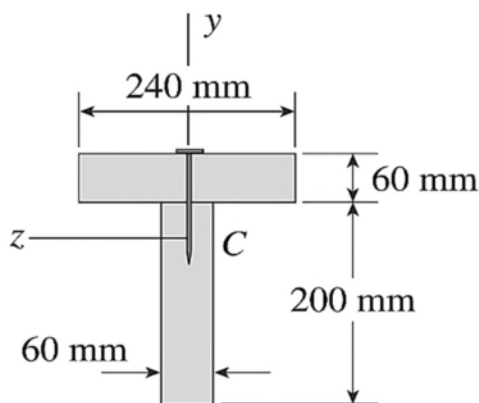


- (A) $1.721 \times 10^{-4} \text{ m}^4$ (B) $2.328 \times 10^{-4} \text{ m}^4$ (C) $1.907 \times 10^{-4} \text{ m}^4$ (D) $1.593 \times 10^{-4} \text{ m}^4$

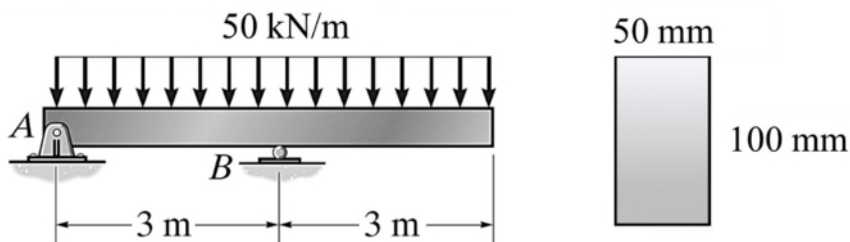
- 35 一外伸簡支梁如圖所示，其中 $q=10 \text{ kN/m}$ 、 $L=4 \text{ m}$ 。若此梁所能承受之最大撓曲應力為 250 MPa ，則此梁斷面所需之最小梁寬 b 為多少？



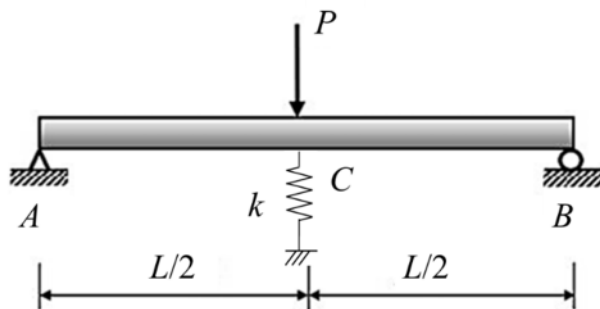
- (A) 40.6 mm (B) 35.8 mm (C) 42.5 mm (D) 38.1 mm
- 36 T 型斷面之梁由兩塊木板釘合而成，如圖所示。若作用在該斷面上的總剪力為 1500 N ，且每根釘子能夠承受的最大剪力為 700 N ，則釘子於縱向的最大容許間距約為多少？



- (A) 90 mm (B) 85 mm (C) 80 mm (D) 75 mm
- 37 如圖所示一外伸梁承受均佈載重 50 kN/m ，求此梁的最大剪應力為何？

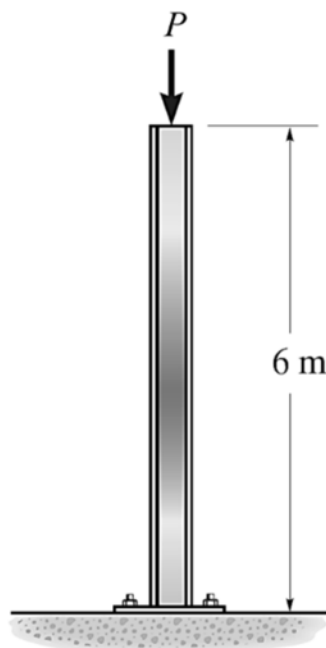


- (A) 55 MPa (B) 50 MPa (C) 45 MPa (D) 40 MPa
- 38 有一簡支梁如圖所示，其長度為 L ，慣性矩為 I ，材料楊氏模數為 E ，於梁跨中央 C 點連接一彈簧常數為 k 的彈簧。若在 C 點施加一力量 P ，求 C 點的垂直撓度 δ_C 為多少？

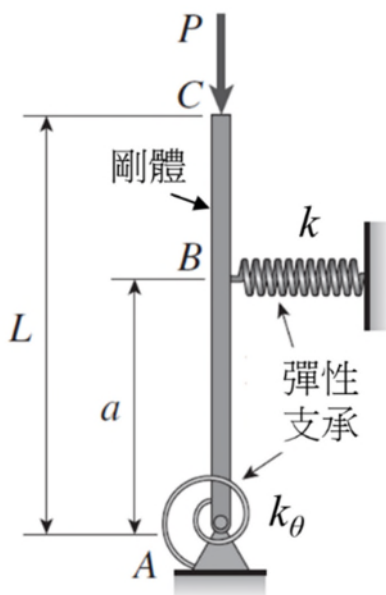


- (A) $\frac{PL^3}{48EI + kL^3}$ (B) $\frac{PL^3}{3EI + 2kL^3}$ (C) $\frac{5PL^3}{16EI + 5kL^3}$ (D) $\frac{PL^3}{48EI + 3kL^3}$

- 39 一柱為 H 型鋼斷面，彈性模數為 200 GPa，此柱斷面積為 7200 mm^2 ，強軸慣性矩為 $1.6 \times 10^8 \text{ mm}^4$ ，弱軸慣性矩為 $1.1 \times 10^7 \text{ mm}^4$ 。若此柱底端為固端，頂端沿強軸方向可自由移動、沿弱軸方向為滾支承，如圖所示。求此柱的臨界挫屈力約為多少？



- (A) 2.00 MN (B) 1.75 MN (C) 1.50 MN (D) 1.25 MN
- 40 如圖所示，求臨界載重為何？



- (A) $\frac{ka^2 + 2k_\theta}{L}$ (B) $\frac{ka^2 + k_\theta}{L}$ (C) $\frac{ka^2 + k_\theta}{2L}$ (D) $\frac{2ka^2 + k_\theta}{L}$