

110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：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。

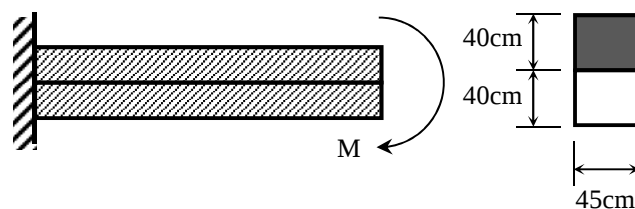
(三)本科目除專門名詞、數理公式或單位外，應使用本國文字作答。

一、請試述下列名詞之意涵：（每小題 5 分，共 10 分）

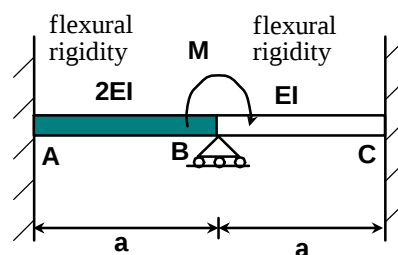
(一)應變能（strain energy）

(二)諧和條件（compatibility condition）

二、考慮一複合懸臂梁受彎矩如下圖所示，梁之斷面上層為塑鋼（FRP）之彈性模數 $E_f = 60 \text{ GPa}$ 下層鋼材之彈性模數 $E_s = 180 \text{ GPa}$ ；塑鋼所受之最大撓曲應力為 100 MPa 時，鋼材承受之最大撓曲應力為何？（20 分）



三、考慮一撓曲剛度（flexural rigidity）不同之兩跨連續梁，其邊界條件及承受彎矩之條件詳如下圖；試求 A、B、C 點反力，B 點旋轉角，並請繪出剪力與彎矩分布圖。（20 分）



乙、測驗題部分：(50 分)

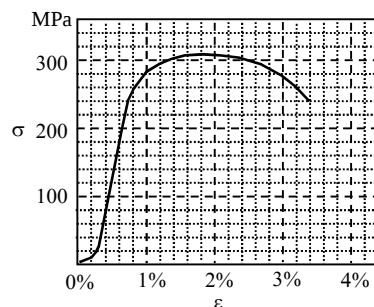
代號：1103

(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。

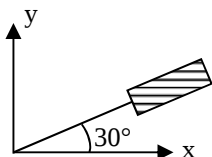
- 材料應力-應變曲線圖中，曲線下方的面積越大，代表何種容量越大？
(A)剛性容量 (B)彈性容量 (C)韌性容量 (D)勁度容量
- 某材料的單軸拉伸應力-應變曲線結果如圖所示，下列敘述何者最為恰當？

- 彈性模數 $E = 200 \text{ GPa}$
- 降伏強度 $\sigma_y = 280 \text{ MPa}$
- 極限抗拉強度 $\sigma_u = 240 \text{ MPa}$
- 這應該是鋁合金的試驗結果

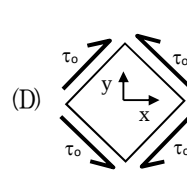
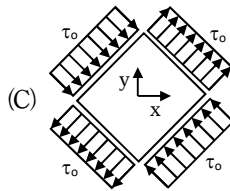
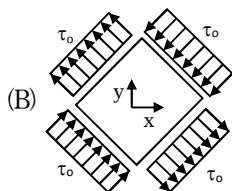
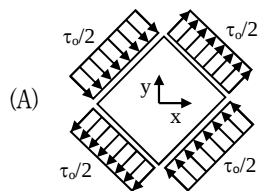
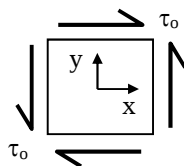


- 有關梁撓曲應力式 $\sigma = -My/I$ ，有梁斷面保持平面(plane-remains-in-plane)、均質(homogeneous)線彈性材料(linearly-elastic material)、微小變形(small deformation)等基本假設，如果材料進入塑性變形，則此應力式應作修改，下列敘述何者最不恰當？
(A)變形可以允許不再微小
(B)線彈性材料的假設不再適用
(C)對部分材料進入塑性變形，部分材料保持彈性的階段而言，材料已非均質
(D)斷面保持平面的假設不再適用
- 一塊在 x-y 平面上之不銹鋼薄板，彈性模數為 $E = 2.00 \times 10^5 \text{ MPa}$ ，柏松比 $\nu = 0.25$ ，今在此不銹鋼板上貼一應變規，應變規方向與 x-軸夾角 $\theta = 30^\circ$ ，並施加均勻應力場 $\sigma_{xx} = 12.00 \text{ MPa}$ ， $\sigma_{yy} = 32.00 \text{ MPa}$ ， $\tau_{xy} = 0.00 \text{ MPa}$ 於此不銹鋼板之後，其應變規之讀值最接近下列何者？

- 3×10^{-5}
- 4×10^{-5}
- 5×10^{-5}
- 6×10^{-5}



- 平面應力中的純剪元素 $\tau_{xy} = \tau_o$ ，將該元素旋轉 45° 後，與下列何狀態相同？

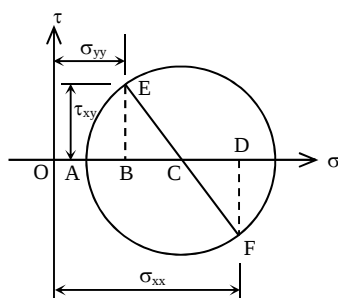


- 已知一平面應變場之應變為 $\epsilon_{xx} = 3.2 \times 10^{-5}$ ， $\epsilon_{yy} = -0.8 \times 10^{-5}$ ，以及 $\gamma_{xy} = 3.0 \times 10^{-5}$ ，則其最大剪應變 $\gamma_{\max}$ 最接近下列何者？
(A) 2.4×10^{-5} (B) 3.6×10^{-5} (C) 5.0×10^{-5} (D) 1.0×10^{-4}

- 7 一均質彈性金屬板之厚度為 3 cm，該材料之抗剪強度為 35 MPa。現若欲在此金屬板中以沖頭沖打直徑為 1.8 cm 之圓形螺栓孔，則沖頭之沖力至少應為：
(A)26.7 kN (B)43.1 kN (C)59.4 kN (D)76.4 kN
- 8 有一截面積為 4 cm²、長 30 cm 之均勻鋼棒，承受一軸向拉力 160 kN 之作用。設彈性模數 $E = 200 \text{ GPa}$ ，柏松比 (Poisson's ratio) 為 0.3，則其側向應變為：
(A)0.002 (B)0.0012 (C)0.0008 (D)0.0006
- 9 一直徑為 2 m 之彈性圓氣球升上天空中，因大氣壓力減小而膨脹。假設仍保持圓球體而直徑增大了 12 cm，則其體積應變為：
(A)0.191 (B)0.160 (C)0.1236 (D)0.06

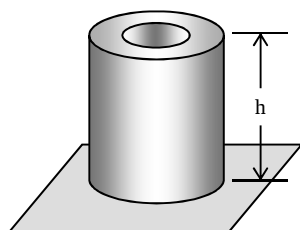
- 10 圖示為一平面應力元素之莫耳圓 (Mohr's circle)，其中 C 為圓心、EF 為直徑、O 為 $(\sigma-\tau)$ 平面座標原點。若已知 $\sigma_{xx} = 100 \text{ MPa}$ ， $\sigma_{yy} = 40 \text{ MPa}$ ， $\tau_{xy} = -40 \text{ MPa}$ ，下列有關本平面應力元素應力之敘述，何者正確？

- (A)最大主應力為 110 MPa
(B)最小主應力為 10 MPa
(C)莫耳圓直徑 EF = 110 MPa
(D)最大剪應力為 50 MPa



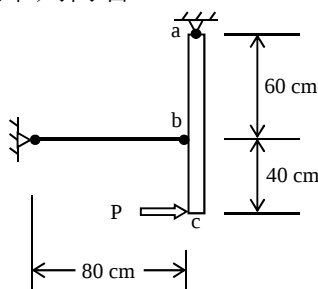
- 11 一空心不銹鋼管置於光滑地面，內徑 r 、外徑 R 、高度 h 、熱膨脹係數 α 。今環境溫度由室溫升高 ΔT ，則鋼管中空部分的體積變化 ΔV 為何？

- (A) $3\alpha\Delta T\pi r^2 h$
(B) $\alpha\Delta T\pi(R^2 - r^2)h$
(C) $\alpha\Delta T\pi(R^2 - r^2)hr/R$
(D) $3\alpha\Delta T\pi rRh$



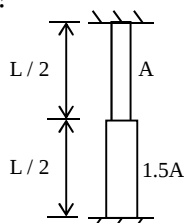
- 12 一剛性桿以鉸接的方式垂直懸掛於天花板，並於點 b 以一軸力繫桿與牆壁相連，繫桿的斷面積為 $A=100 \text{ mm}^2$ 、彈性模數 $E=200000 \text{ MPa}$ 。今於剛性桿底部之自由端施加一水平集中力 $P=3 \text{ kN}$ 。試問點 c 之水平位移量 Δ 最接近下列何者？

- (A)0.13 mm
(B)0.33 mm
(C)1.3 mm
(D)3.3 mm



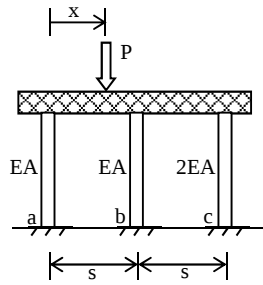
- 13 上下兩端固定之變斷面柱，以均勻材質製成，上半段柱之截面積為 A ，下半段柱之截面積為 $1.5A$ ，柱總長 L ，若環境升溫 ΔT ，柱固體材料之熱膨脹係數為 α ，彈性模數為 E ，請問上半段柱因這個環境升溫所造成之熱應力 σ 為何？

- (A) $\sigma = 3E\alpha\Delta T/5$
(B) $\sigma = 4E\alpha\Delta T/5$
(C) $\sigma = E\alpha\Delta T$
(D) $\sigma = 6E\alpha\Delta T/5$



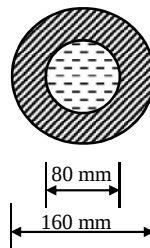
- 14 三根不同軸向剛度的線彈性柱子（如圖所示），其上覆以一剛性蓋板，今於其上施加一垂直力 P ，若欲使剛性蓋板不因柱子的變形而傾斜，請問施力 P 的作用位置 x 應為下列何者？

(A) $x = 0.75s$
(B) $x = 1.00s$
(C) $x = 1.25s$
(D) $x = 1.50s$



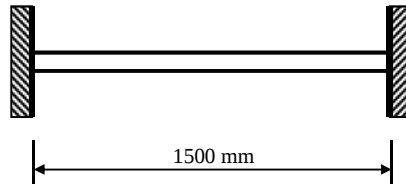
- 15 一不同彈性材料製作的雙層包心斷面圓桿（如圖所示），外層直徑為 160 mm ，內層直徑為 80 mm 。若外層材料容許剪應力為 4 MPa ，內層材料容許剪應力為 16 MPa 。若任何一層皆不得超出容許應力，則該圓桿斷面所能承受之扭力至多為：

(A) $3.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$
(B) $2.4 \text{ kN}\cdot\text{m}$
(C) $1.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$
(D) $1.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$



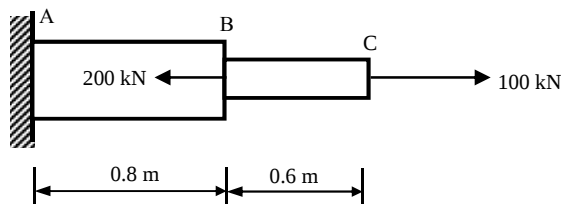
- 16 一均質彈性構件斷面積為 240 mm^2 ，長度 1500 mm ，彈性模數為 50 GPa 。在溫度 25°C 時將其正交安裝在兩固定端（無殘留應力）。假設該構件之熱膨脹係數為 $30 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ，則當周邊溫度均勻上昇至 45°C 時，該構件之軸向應力絕對值為多少 MPa ？

(A) 45 MPa
(B) 40 MPa
(C) 35 MPa
(D) 30 MPa



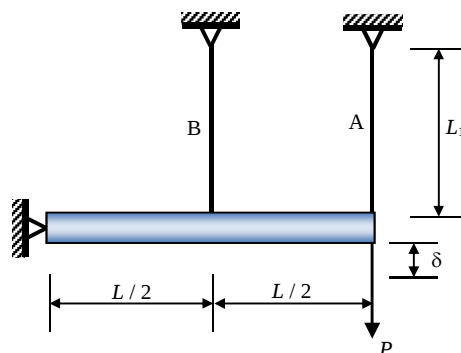
- 17 兩不同斷面積實心圓桿 AB 及 BC 相連接（如下圖所示），其中 AB 段之斷面積為 4000 mm^2 ，BC 段之斷面積為 2000 mm^2 。現在 C、B 斷面二力 100 kN 及 200 kN 作用之下，其 AB 及 BC 段之正交應力 σ 分別為：

(A) $\sigma_{AB} = -50 \text{ MPa}$ ； $\sigma_{BC} = -50 \text{ MPa}$
(B) $\sigma_{AB} = -50 \text{ MPa}$ ； $\sigma_{BC} = 50 \text{ MPa}$
(C) $\sigma_{AB} = 25 \text{ MPa}$ ； $\sigma_{BC} = -50 \text{ MPa}$
(D) $\sigma_{AB} = -25 \text{ MPa}$ ； $\sigma_{BC} = 50 \text{ MPa}$



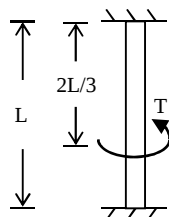
- 18 二同長度 L_1 之均質吊桿 A、B 懸吊一長度為 L 之剛體（位置如圖所示）。若二桿件之軸向剛度（axial rigidity）分別為 $E_A A_A$ 、 $E_B A_B$ ，則在端點力 P 之作用下，下列何者會使 A、B 桿件之內力相同？

(A) $E_A = E_B$ ； $2A_A = A_B$
(B) $E_A = 2E_B$ ； $2A_A = A_B$
(C) $2E_A = E_B$ ； $A_A = 2A_B$
(D) $E_A = E_B$ ； $A_A = A_B$



- 19 兩端固定的直柱，長度為 L ，斷面積二次極慣量為 J ，剪力模數 G 。在直柱三分之一高度處承受一扭矩 T 作用，請問該處會產生多少扭轉角？

(A) $TL/(GJ)$
(B) $2TL/(3GJ)$
(C) $TL/(3GJ)$
(D) $2TL/(9GJ)$

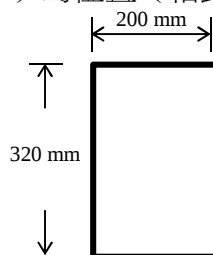


- 20 一功率為 30 kW 之馬達具圓形斷面驅動軸，該軸之容許剪應力為 45 MPa。如當馬達轉速為 500 rpm 時，所產生之扭矩為 0.57 kN-m，則此時該驅動軸所需之直徑至少約為：

(A) 50 mm (B) 45 mm (C) 40 mm (D) 35 mm

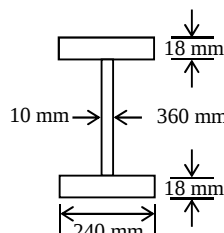
- 21 上下翼板等長之 C-型鋼，板中心線的長度標示如圖，腹板與翼板具有均一厚度 $t = 5$ mm，若將腹板加厚為 8 mm，翼板厚度不變，且板中心線的長度與位置維持不變。對於斷面內垂直剪力而言，有關剪力中心 (shear center) 的位置 (相對於原本未加厚時所對應的剪力中心位置) 的敘述，下列何者最恰當？

(A) 位置維持不變
(B) 移至腹板中心線右側 2.75 cm 處
(C) 稍微右移
(D) 稍微左移



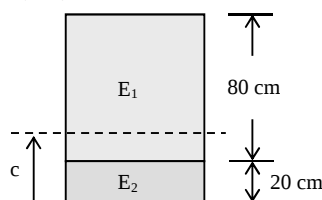
- 22 工型梁斷面如圖，此梁斷面承受一剪力 $V = 6$ kN，請問此梁斷面上最大剪應力 τ 之值最接近下列何者？

(A) 0.9 MPa
(B) 1.2 MPa
(C) 1.7 MPa
(D) 2.3 MPa

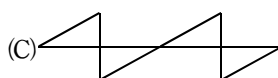
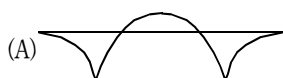
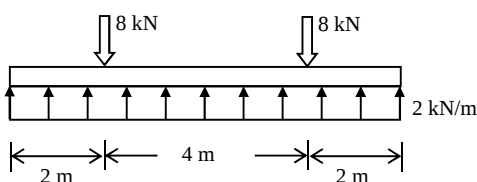


- 23 矩形梁斷面由兩種材料所構成，彈性模數分別為 $E_1 = 70$ GPa 與 $E_2 = 180$ GPa，受到純彎矩時，其中性軸位置 c 之值最接近下列何者？

(A) 30 cm
(B) 40 cm
(C) 50 cm
(D) 60 cm

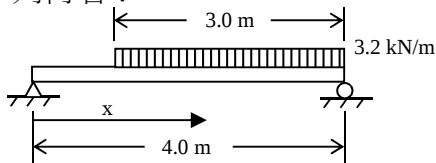


- 24 某地梁受力如圖，下列何者最能代表其壓應力側之彎矩圖？



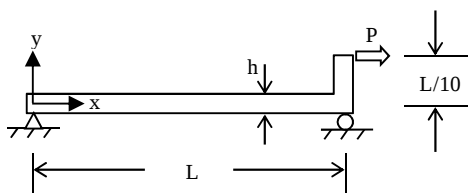
- 25 在一跨距為 $L = 4.0 \text{ m}$ 簡支梁的右端 3.0 m 範圍內施加一均佈載重 $q = 3.2 \text{ kN/m}$ ，請問梁內最大彎矩發生位置 x 最接近下列何者？

(A) $x = 2.1 \text{ m}$
(B) $x = 2.5 \text{ m}$
(C) $x = 3.1 \text{ m}$
(D) $x = 3.5 \text{ m}$



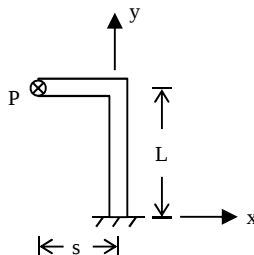
- 26 矩形斷面簡支梁承受一偏心軸向力 $P = 2 \text{ kN}$ ，梁長 $L = 1200 \text{ mm}$ 深度 $h = 60 \text{ mm}$ ，梁斷面橫寬（垂直紙面方向）為 $b = 40 \text{ mm}$ ，請問梁斷面之正向應力 σ_{xx} 之最大值與下列何者最為接近？

(A) 4.81 MPa
(B) 7.24 MPa
(C) 9.15 MPa
(D) 10.8 MPa



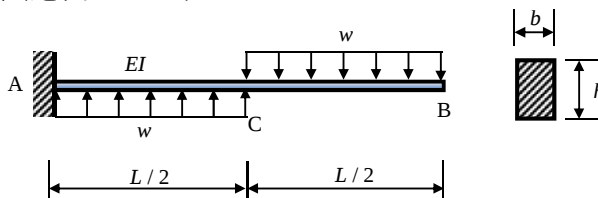
- 27 直角 L 形實心圓柱，橫向長度 s ，高 $L \geq s$ ，半徑 $r < s$ ，一端固定於地上，另一自由端承受一垂直指入紙面（負 z 方向）的集中力 P ，下列敘述何者最不恰當？

(A) 梁內最大剪應力不低於 $P(r+2s)/(\pi r^3)$
(B) 梁內最大剪應力不低於 $2.40PL/(\pi r^3)$
(C) 梁內最大剪應力不低於 $2.82Ps/(\pi r^3)$
(D) 梁內最大剪應力不低於 $3.33Pr/(\pi r^3)$



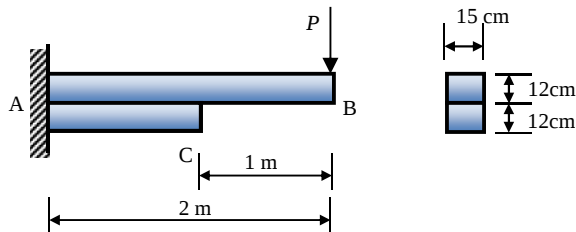
- 28 一長度為 L ，寬度為 b ，深度為 h 之均勻矩形斷面懸臂梁，承受如圖所示部分向上、部分向下之均佈載重 w 。則此梁中之最大撓曲應力 $\sigma_{\max}$ 為：

(A) $\frac{3wL^2}{2bh^2}$
(B) $\frac{2wL^2}{bh^2}$
(C) $\frac{9wL^2}{4bh^2}$
(D) $\frac{5wL^2}{2bh^2}$



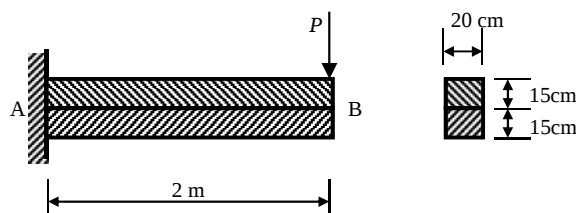
- 29 一懸臂梁 AB 由兩根同材料且同為 $15 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$ 之矩形斷面，但不同長度之彈性桿膠結合成（如圖所示）。若材料之容許撓曲應力強度為 5 MPa ，則自由端可承受之集中載重 P 至多為：

(A) 3.6 kN
(B) 2.4 kN
(C) 1.8 kN
(D) 1.2 kN



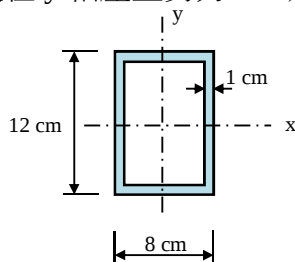
- 30 一長 2 m 之懸臂梁 AB 由兩根同為 $20 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$ 之矩形斷面桿膠結合成（如圖所示）。若黏膠之容許膠結剪力強度為 2.5 MPa ，則自由端可承受之集中載重 P 至多為：

(A) 150 kN
(B) 100 kN
(C) 75 kN
(D) 50 kN



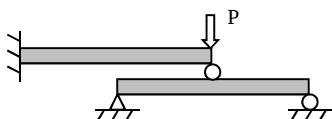
- 31 一矩形薄壁斷面彈性梁，斷面尺寸 $8\text{ cm} \times 12\text{ cm}$ ，壁厚 1 cm （如圖所示）。經計算其強軸慣性矩為 $I_x = 652\text{ cm}^4$ 。若承受載重後在 y 軸產生剪力 V ，則此斷面之最大剪應力 τ_{max} 為：

- (A) 0.0529 V/cm^2
(B) 0.0738 V/cm^2
(C) 0.0917 V/cm^2
(D) 0.110 V/cm^2



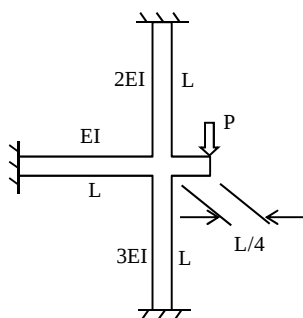
- 32 懸臂梁左端固定，右端以滾支承架於另一簡支梁中央。兩根梁之材質、尺寸皆相同，彈性模數 E ，跨距 L ，斷面面積二次矩 I 。今於懸臂梁右端施加一集中力 P ，試問梁在受力點之垂直位移為何？

- (A) $PL^3/(51EI)$
(B) $PL^3/(48EI)$
(C) $PL^3/(24EI)$
(D) $PL^3/(16EI)$



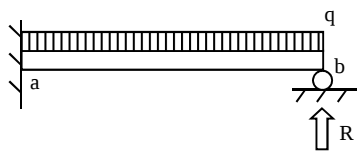
- 33 一強柱弱梁剛性接頭所接之一梁二柱長度皆為 L ，對應之撓曲剛度分別標示於圖上，其遠端皆視為固定端，接頭右端凸出一長度為 $L/4$ 的懸臂，並於懸臂自由端施加一垂直集中力 P ，請問此接頭受力後所形成的旋轉角 θ 為何？

- (A) $\theta = PL^2/(96EI)$
(B) $\theta = PL^2/(6EI)$
(C) $\theta = PL^2/(2EI)$
(D) $\theta = 2PL^2/(3EI)$



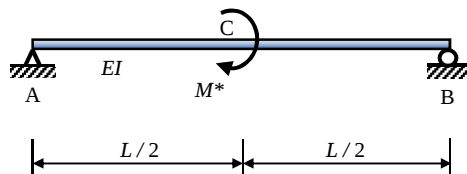
- 34 承受均勻載重 q 之梁，一端固定，另一端為滾支承，長度 L ，撓曲剛度為 EI ，點 b 之旋轉角 θ 為何？

- (A) $qL^3/(24EI)$
(B) $qL^3/(30EI)$
(C) $qL^3/(48EI)$
(D) $qL^3/(96EI)$



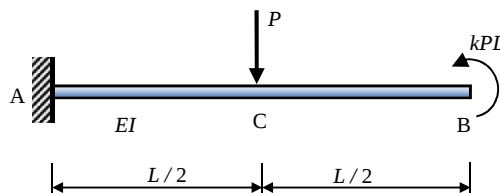
- 35 一均勻矩形斷面簡支梁，梁中央施加一集中彎矩 M^* （如圖所示），則 A 端支承處之傾角 (slope) 絕對值為：

- (A) $\frac{M^*L}{8EI}$
(B) $\frac{M^*L}{16EI}$
(C) $\frac{M^*L}{24EI}$
(D) $\frac{M^*L}{32EI}$



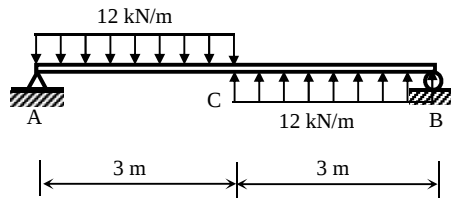
- 36 如圖所示之均勻懸臂梁，撓曲剛度 (flexural rigidity) EI 為常數。梁中央施加一集中載重 P ，自由端 B 則施加彎矩 kPL ，若中央 C 斷面之垂直變位為零，則 $k = ?$

- (A) $5/24$
(B) $1/4$
(C) $7/2$
(D) $1/3$

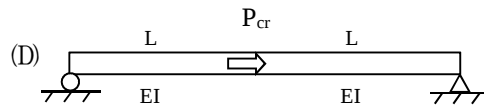
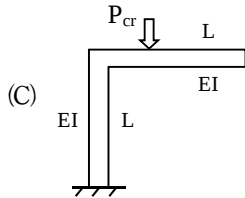
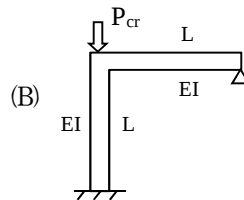
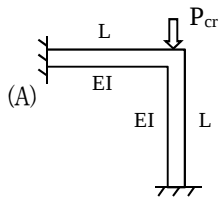


37 一簡支梁承受如圖所示之向上及向下均佈載重，其最大彎矩之絕對值為何？

- (A) 12 kN-m
(B) 13.5 kN-m
(C) 18 kN-m
(D) 24 kN-m

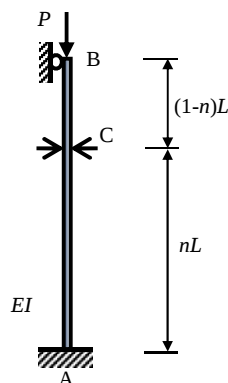


38 下列結構皆由兩根相同長度 L 與撓曲剛度 EI 的桿件所建成，受力情形分別如各圖所示，何者之挫屈強度 P_{cr} 最高？



39 一長度為 L 之均質彈性柱 AB ，一端 A 為固定支承，另一端 B 為鉸支承，撓曲剛度為 EI 。現若於距固定端 nL 處 C 加一側支撐（如圖所示），則可使該柱理論挫屈載重值最大的 n 值約為：

- (A) 0.25
(B) 0.49
(C) 0.59
(D) 0.7



40 一長 2 m，斷面為 $12\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ 之矩形空心管柱，管壁厚 1.5 cm，彈性模數 E 為 10^4 tf/cm^2 。現在形心軸上施加一無偏心之軸向壓力載重 P （如圖所示），若取安全係數 2，不考慮局部挫屈，則其容許挫屈載重為：

- (A) 120.6 tf
(B) 80.4 tf
(C) 60.3 tf
(D) 38.4 tf

