

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。

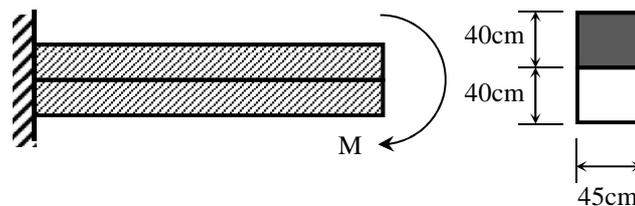
甲、申論題部分：（50分）

- (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。

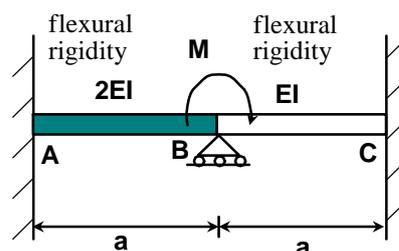
一、請試述下列名詞之意涵：（每小題5分，共10分）

- (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  $100 \text{ MPa}$  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)

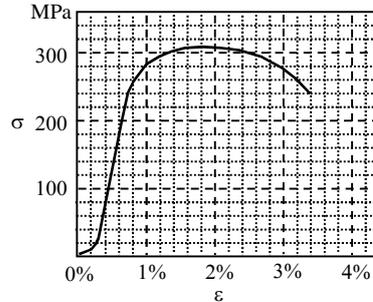
代號：1103

(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。

- 1 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
- 2 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？

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

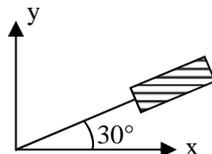


- 3 有關梁撓曲應力式  $\sigma = -My/I$ ，有梁斷面保持平面(plane-remains-in-plane)、均質(homogeneous)線彈性材料(linearly-elastic material)、微小變形(small deformation)等基本假設，如果材料進入塑性變形，則此應力式應作修改，下列敘述何者最不恰當？

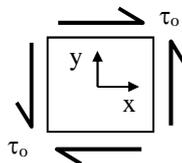
- (A)變形可以允許不再微小
- (B)線彈性材料的假設不再適用
- (C)對部分材料進入塑性變形，部分材料保持彈性的階段而言，材料已非均質
- (D)斷面保持平面的假設不再適用

- 4 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？

- (A)  $3 \times 10^{-5}$
- (B)  $4 \times 10^{-5}$
- (C)  $5 \times 10^{-5}$
- (D)  $6 \times 10^{-5}$



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



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

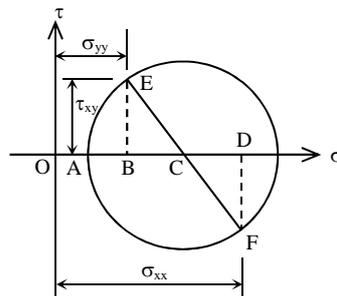
- 6 已知一平面應變場之應變為  $\epsilon_{xx} = 3.2 \times 10^{-5}$ ， $\epsilon_{yy} = -0.8 \times 10^{-5}$ ，以及  $\gamma_{xy} = 3.0 \times 10^{-5}$ ，則其最大剪應變  $\gamma_{max}$  最接近下列何者？

- (A)  $2.4 \times 10^{-5}$
- (B)  $3.6 \times 10^{-5}$
- (C)  $5.0 \times 10^{-5}$
- (D)  $1.0 \times 10^{-4}$

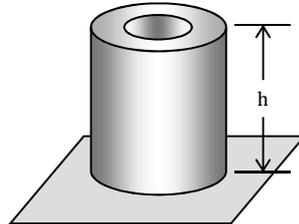
- 7 一均質彈性金屬板之厚度為 3 cm，該材料之抗剪強度為 35 MPa。現若欲在此金屬板中以沖頭沖打直徑為 1.8 cm 之圓形螺栓孔，則沖頭之沖力至少應為：  
 (A)26.7 kN (B)43.1 kN (C)59.4 kN (D)76.4 kN
- 8 有一截面積為 4 cm<sup>2</sup>、長 30 cm 之均勻鋼棒，承受一軸向拉力 160 kN 之作用。設彈性模數 E = 200 GPa，柏松比 (Poisson's ratio) 為 0.3，則其側向應變為：  
 (A)0.002 (B)0.0012 (C)0.0008 (D)0.0006
- 9 一直徑為 2 m 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 (σ-τ) 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

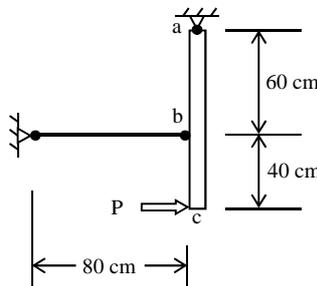


- 11 一空心不銹鋼管置於光滑地面，內徑 r、外徑 R、高度 h、熱膨脹係數  $\alpha$ 。今環境溫度由室溫升高  $\Delta T$ ，則鋼管中空部分的體積變化  $\Delta V$  為何？  
 (A)  $3\alpha\Delta T\pi r^2 h$   
 (B)  $\alpha\Delta T\pi(R^2 - r^2)h$   
 (C)  $\alpha\Delta T\pi(R^2 - r^2)hr/R$   
 (D)  $3\alpha\Delta T\pi rRh$



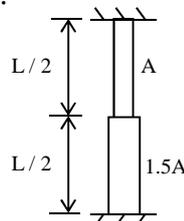
- 12 一剛性桿以鉸接的方式垂直懸掛於天花板，並於點 b 以一軸力繫桿與牆壁相連，繫桿的斷面積為  $A=100 \text{ mm}^2$ 、彈性模數  $E=200000 \text{ MPa}$ 。今於剛性桿底部之自由端施加一水平集中力  $P=3 \text{ kN}$ 。試問點 c 之水平位移量  $\Delta$  最接近下列何者？

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



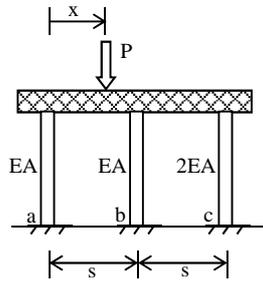
- 13 上下兩端固定之變斷面柱，以均勻材質製成，上半段柱之截面積為 A，下半段柱之截面積為 1.5A，柱總長 L，若環境升溫  $\Delta T$ ，柱固體材料之熱膨脹係數為  $\alpha$ ，彈性模數為 E，請問上半段柱因這個環境升溫所造成之熱應力  $\sigma$  為何？

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



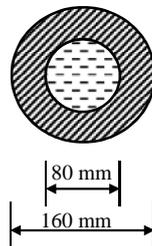
- 14 三根不同軸向剛度的線彈性柱子（如圖所示），其上覆以一剛性蓋板，今於其上施加一垂直力  $P$ ，若欲使剛性蓋板不因柱子的變形而傾斜，請問施力  $P$  的作用位置  $x$  應為下列何者？

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



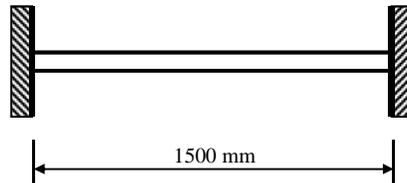
- 15 一不同彈性材料製作的雙層包心斷面圓桿（如圖所示），外層直徑為  $160\text{ mm}$ ，內層直徑為  $80\text{ mm}$ 。若外層材料容許剪應力為  $4\text{ MPa}$ ，內層材料容許剪應力為  $16\text{ MPa}$ 。若任何一層皆不得超出容許應力，則該圓桿斷面所能承受之扭力至多為：

- (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)  $1.2\text{ kN}\cdot\text{m}$



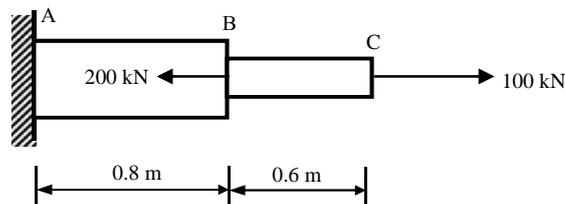
- 16 一均質彈性構件斷面積為  $240\text{ mm}^2$ ，長度  $1500\text{ mm}$ ，彈性模數為  $50\text{ GPa}$ 。在溫度  $25\text{ }^\circ\text{C}$  時將其正交安裝在兩固定端（無殘留應力）。假設該構件之熱膨脹係數為  $30 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，則當周邊溫度均勻上昇至  $45\text{ }^\circ\text{C}$  時，該構件之軸向應力絕對值為多少  $\text{MPa}$ ？

- (A)  $45\text{ MPa}$   
(B)  $40\text{ MPa}$   
(C)  $35\text{ MPa}$   
(D)  $30\text{ MPa}$



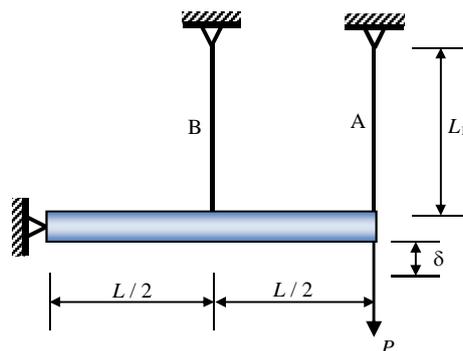
- 17 兩不同斷面積實心圓桿  $AB$  及  $BC$  相連接（如下圖所示），其中  $AB$  段之斷面積為  $4000\text{ mm}^2$ ， $BC$  段之斷面積為  $2000\text{ mm}^2$ 。現在  $C$ 、 $B$  斷面二力  $100\text{ kN}$  及  $200\text{ kN}$  作用之下，其  $AB$  及  $BC$  段之正交應力  $\sigma$  分別為：

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



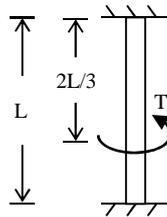
- 18 二同長度  $L_1$  之均質吊桿  $A$ 、 $B$  懸吊一長度為  $L$  之剛體（位置如圖所示）。若二桿件之軸向剛度（axial rigidity）分別為  $E_A A_A$ 、 $E_B A_B$ ，則在端點力  $P$  之作用下，下列何者會使  $A$ 、 $B$  桿件之內力相同？

- (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)  $2TL/(9GJ)$

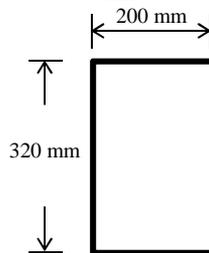


- 20 一功率為 30 kW 之馬達具圓形斷面驅動軸，該軸之容許剪應力為 45 MPa。如當馬達轉速為 500 rpm 時，所產生之扭矩為 0.57 kN-m，則此時該驅動軸所需之直徑至少約為：

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

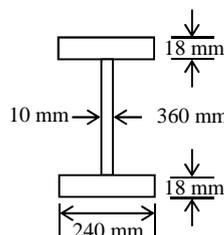
- 21 上下翼板等長之 C-型鋼，板中心線的長度標示如圖，腹板與翼板具有均一厚度  $t = 5$  mm，若將腹板加厚為 8 mm，翼板厚度不變，且板中心線的長度與位置維持不變。對於斷面內垂直剪力而言，有關剪力中心 (shear center) 的位置 (相對於原本未加厚時所對應的剪力中心位置) 的敘述，下列何者最恰當？

- (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



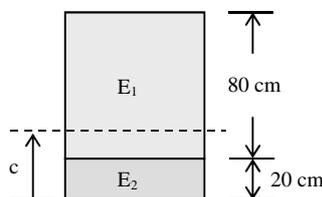
- 22 工型梁斷面如圖，此梁斷面承受一剪力  $V = 6$  kN，請問此梁斷面上最大剪應力  $\tau$  之值最接近下列何者？

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

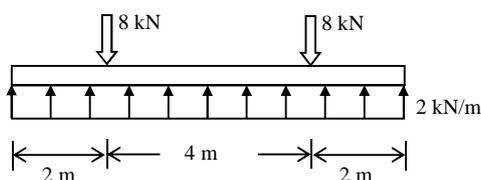


- 23 矩形梁斷面由兩種材料所構成，彈性模數分別為  $E_1 = 70$  GPa 與  $E_2 = 180$  GPa，受到純彎矩時，其中性軸位置  $c$  之值最接近下列何者？

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



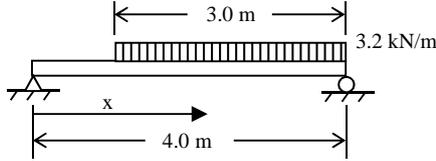
- 24 某地梁受力如圖，下列何者最能代表其壓應力側之彎矩圖？



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

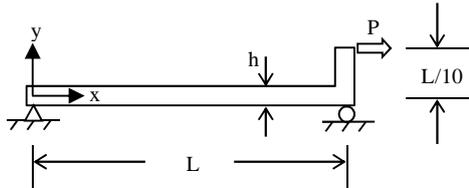
- 25 在一跨距為  $L = 4.0 \text{ m}$  簡支梁的右端  $3.0 \text{ m}$  範圍內施加一均佈載重  $q = 3.2 \text{ kN/m}$ ，請問梁內最大彎矩發生位置  $x$  最接近下列何者？

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



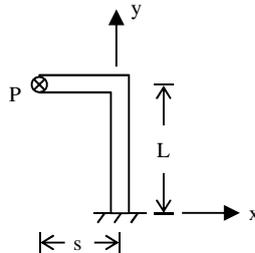
- 26 矩形斷面簡支梁承受一偏心軸向力  $P = 2 \text{ kN}$ ，梁長  $L = 1200 \text{ mm}$  深度  $h = 60 \text{ mm}$ ，梁斷面橫寬（垂直紙面方向）為  $b = 40 \text{ mm}$ ，請問梁斷面之正向應力  $\sigma_{xx}$  之最大值與下列何者最為接近？

- (A)  $4.81 \text{ MPa}$   
(B)  $7.24 \text{ MPa}$   
(C)  $9.15 \text{ MPa}$   
(D)  $10.8 \text{ MPa}$



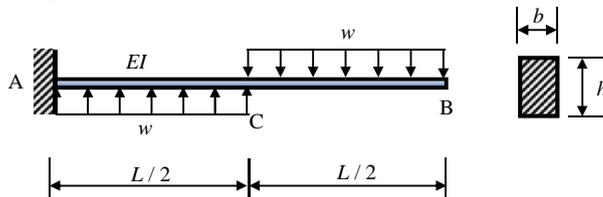
- 27 直角 L 形實心圓柱，橫向長度  $s$ ，高  $L \geq s$ ，半徑  $r < s$ ，一端固定於地上，另一自由端承受一垂直指入紙面（負  $z$  方向）的集中力  $P$ ，下列敘述何者最不恰當？

- (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  $3.33Pr/(\pi r^3)$



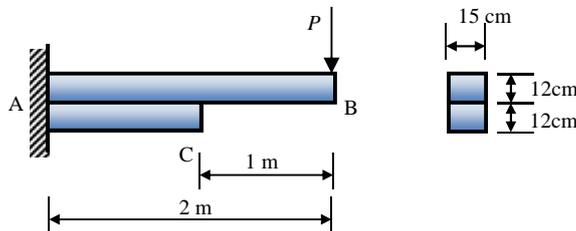
- 28 一長度為  $L$ ，寬度為  $b$ ，深度為  $h$  之均勻矩形斷面懸臂梁，承受如圖所示部分向上、部分向下之均佈載重  $w$ 。則此梁中之最大撓曲應力  $\sigma_{\max}$  為：

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



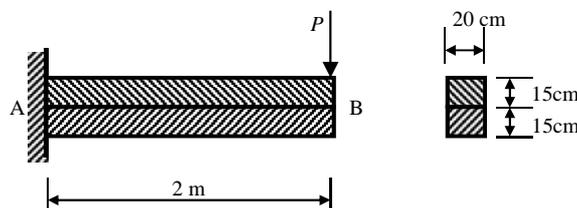
- 29 一懸臂梁 AB 由兩根同材料且同為  $15 \text{ cm} \times 12 \text{ cm}$  之矩形斷面，但不同長度之彈性桿膠結合成（如圖所示）。若材料之容許撓曲應力強度為  $5 \text{ MPa}$ ，則自由端可承受之集中載重  $P$  至多為：

- (A)  $3.6 \text{ kN}$   
(B)  $2.4 \text{ kN}$   
(C)  $1.8 \text{ kN}$   
(D)  $1.2 \text{ kN}$



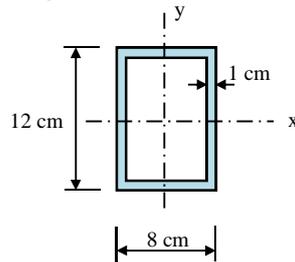
- 30 一長  $2 \text{ m}$  之懸臂梁 AB 由兩根同為  $20 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  之矩形斷面桿膠結合成（如圖所示）。若黏膠之容許膠結剪力強度為  $2.5 \text{ MPa}$ ，則自由端可承受之集中載重  $P$  至多為：

- (A)  $150 \text{ kN}$   
(B)  $100 \text{ kN}$   
(C)  $75 \text{ kN}$   
(D)  $50 \text{ kN}$



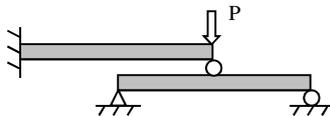
- 31 一矩形薄壁斷面彈性梁，斷面尺寸  $8\text{ cm} \times 12\text{ cm}$ ，壁厚  $1\text{ cm}$ （如圖所示）。經計算其強軸慣性矩為  $I_x = 652\text{ cm}^4$ 。若承受載重後在  $y$  軸產生剪力  $V$ ，則此斷面之最大剪應力  $\tau_{max}$  為：

- (A)  $0.0529\text{ V/cm}^2$   
(B)  $0.0738\text{ V/cm}^2$   
(C)  $0.0917\text{ V/cm}^2$   
(D)  $0.110\text{ V/cm}^2$



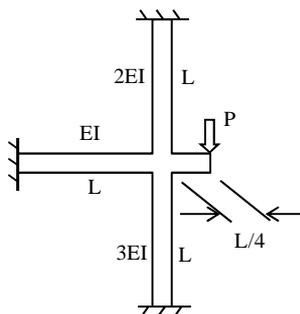
- 32 懸臂梁左端固定，右端以滾支承架於另一簡支梁中央。兩根梁之材質、尺寸皆相同，彈性模數  $E$ ，跨距  $L$ ，斷面面積二次矩  $I$ 。今於懸臂梁右端施加一集中力  $P$ ，試問梁在受力點之垂直位移為何？

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



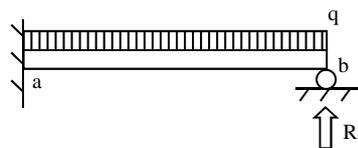
- 33 一強柱弱梁剛性接頭所接之一梁二柱長度皆為  $L$ ，對應之撓曲剛度分別標示於圖上，其遠端皆視為固定端，接頭右端凸出一長度為  $L/4$  的懸臂，並於懸臂自由端施加一垂直集中力  $P$ ，請問此接頭受力後所形成的旋轉角  $\theta$  為何？

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



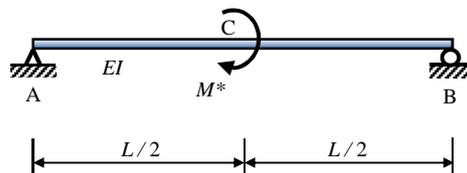
- 34 承受均勻載重  $q$  之梁，一端固定，另一端為滾支承，長度  $L$ ，撓曲剛度為  $EI$ ，點  $b$  之旋轉角  $\theta$  為何？

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



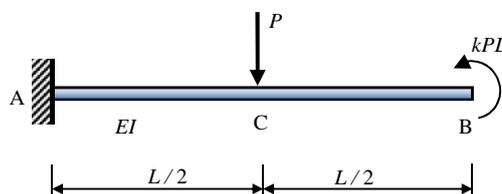
- 35 一均勻矩形斷面簡支梁，梁中央施加一集中彎矩  $M^*$ （如圖所示），則  $A$  端支承處之傾角 (slope) 絕對值為：

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



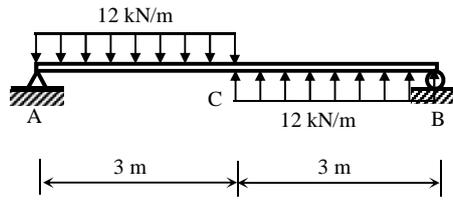
- 36 如圖所示之均勻懸臂梁，撓曲剛度 (flexural rigidity)  $EI$  為常數。梁中央施加一集中載重  $P$ ，自由端  $B$  則施加彎矩  $kPL$ ，若中央  $C$  斷面之垂直變位為零，則  $k = ?$

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

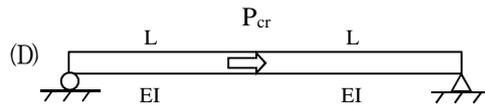
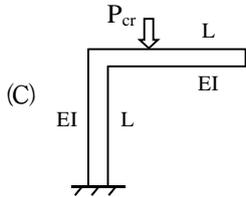
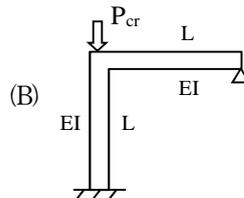
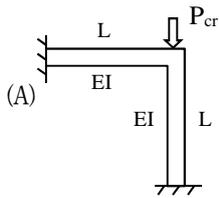


37 一簡支梁承受如圖所示之向上及向下均佈載重，其最大彎矩之絕對值為何？

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

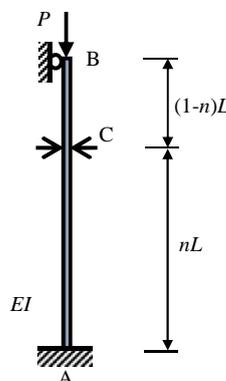


38 下列結構皆由兩根相同長度  $L$  與撓曲剛度  $EI$  的桿件所建成，受力情形分別如各圖所示，何者之挫屈強度  $P_{cr}$  最高？



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  $10^4\text{ tf/cm}^2$ 。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

