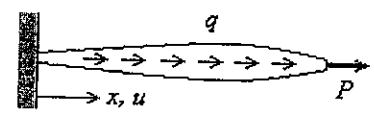


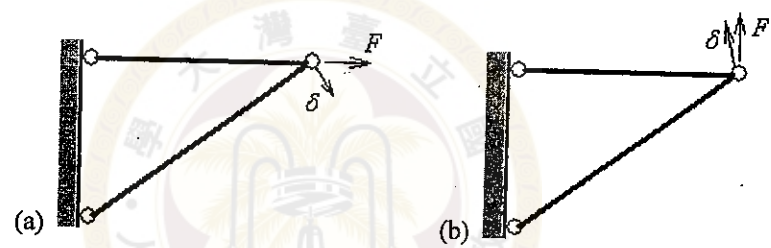
以下有 20 題單選題，每答對一題得 5 分，每答錯一題倒扣 1.25 分，總分四捨五入至整數。  
各題中，除非特別強調，所有材料皆為等向性線彈性-完全塑性 (isotropic linearly elastic-perfectly plastic) 材料。除非特別強調，不需考慮應力集中。※ 注意：請於試卷內之「選擇題作答區」依序作答。

1. 有一根以 Young's modulus 為  $E$  的材料製成斷面為  $A(x)$  的桿件，其軸向承受分佈力  $q(x)$  作用，同時有一集中力  $P$  施加在右端點如附圖所示。令作用力  $q(x)$ 、 $P$  與軸向位移  $u(x)$  均以向  $x$  軸的正向為正，請選出正確的統御方程式(Governing equation)。

(A)  $EA \frac{d^2u}{dx^2} + q(x) = 0$ , (B)  $EA \frac{d^2u}{dx^2} - E \frac{dA}{dx} \frac{du}{dx} + q(x) = 0$ ,  
 (C)  $EA \frac{d^2u}{dx^2} - \frac{dq(x)}{dx} - P = 0$ , (D)  $EA \frac{d^2u}{dx^2} + E \frac{dA}{dx} \frac{du}{dx} + q(x) = 0$ , (E)  $EA \frac{d^2u}{dx^2} + E \frac{dA}{dx} \frac{du}{dx} - \frac{dq}{dx} - P = 0$ .

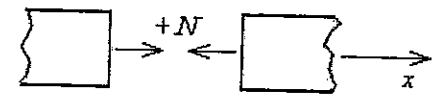


2. 附圖為一個由兩根桿件組成的桁架之受力與變位的情形，其中  $F$  為作用力， $\delta$  為相對應的變位。圖(a)表示受水平力時的變位方向，圖(b)則為受垂直力時的變位方向。若力的大小涵蓋正與負，即其方向在  $0$  與  $\pi$  之間，則以下敘述何者正確。



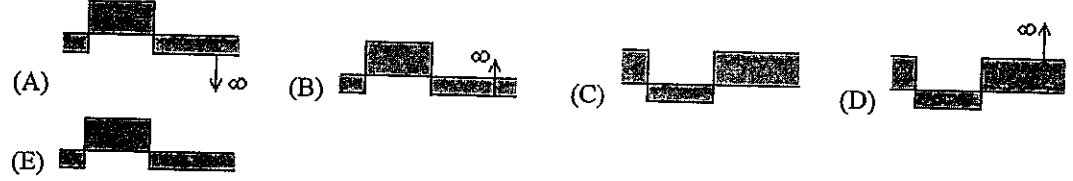
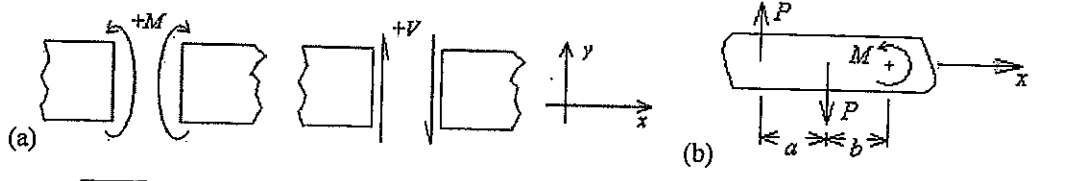
- (A) 存在一個施力與變位同向的方向 (B) 存在兩個施力與變位同向的方向 (C) 存在三個施力與變位同向的方向 (D) 此結構施力與變位不可能同向 (E) 條件不足無法判斷。

3. 如果定義桿件內軸向力  $N$  的正向如附圖所示，桿件所承受軸向分佈外力  $q(x)$  以指向  $x$  軸的正向為正。若一桿件的  $N(x) = Q \sin(x/L) + P \langle x-a \rangle^0$ ，請選出可能的外力。



(A)  $q(x) = (Q/L) \cos(x/L) + P \langle x-a \rangle^{-1}$  (C)  $q(x) = (-Q/L) \cos(x/L) - P \langle x-a \rangle^{-1}$   
 (B)  $q(x) = -QL \cos(x/L) + P \langle x-a \rangle^1$  (D)  $q(x) = QL \cos(x/L) - P \langle x-a \rangle^1$   
 (E)  $q(x) = (Q/L) \cos(x/L) - P \langle x-a \rangle^{-1}$

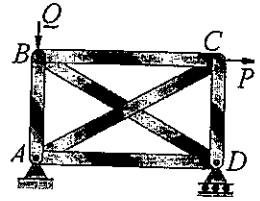
4. 如果定義樑的剪力  $V$  與彎矩  $M$  的正向如圖(a)所示。附圖(b)為樑的一段，其中  $M = Pa$ ，請選出在這一段中合理的剪力圖。



見背面

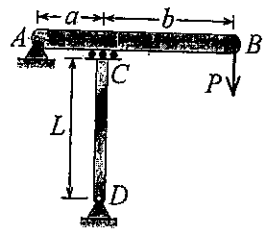
5. 如附圖之桁架在一般受力狀況下，桿件 AC 與 BD 中有一根會受壓力，若這兩根桿件完全相同，長度為  $L$ ， $EI$  為其撓曲剛性，當受壓桿件之內力為  $F$ ，則其臨界力  $F_{cr}$  為

(A)  $F_{cr} = \frac{4\pi^2 EI}{L^2}$  (B)  $F_{cr} = \frac{2.046\pi^2 EI}{L^2}$  (C)  $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$   
 (D)  $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{2.046L^2}$  (E)  $F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4L^2}$



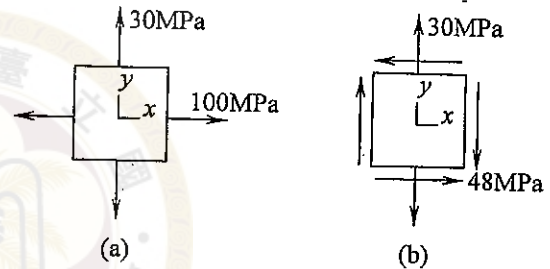
6. 附圖之構架為由柱 CD 以滑動面支撐樑 AB 而成，柱 CD 之長度為  $L$ ，撓曲剛性為  $EI$ ，此構架在點 B 受一集中力  $P$ ，則其臨界力  $P_{cr}$  為

(A)  $P_{cr} = \frac{a+b}{a} \frac{\pi^2 EI}{L^2}$  (B)  $P_{cr} = \frac{a}{a+b} \frac{\pi^2 EI}{L^2}$  (C)  $P_{cr} = \frac{b}{a} \frac{\pi^2 EI}{4L^2}$   
 (D)  $P_{cr} = \frac{a}{b} \frac{\pi^2 EI}{L^2}$  (E)  $P_{cr} = \frac{a}{a+b} \frac{\pi^2 EI}{4L^2}$



7. 右圖(a) 為構件某點在受力條件 A 下之應力狀態，而圖(b)則為同一點在受力條件 B 下之應力狀態，如果 A 及 B 兩個條件同時施加，假設構件材料尚在彈性範圍內，則該點的最大剪應力為：

(A) 80MPa (B) 52MPa (C) 132MPa (D) 28MPa  
 (E) 以上皆非。

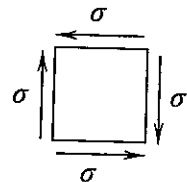


8. 某個由單一、均質材料所構成的機械構件，在溫度為  $T$  時沒有任何應力與熱應變，若將此構件加溫至  $T + \Delta T$ ，再冷卻回溫度  $T$ ，則此構件於冷卻後產生殘餘應變；關於此構件之敘述何者錯誤？

(A) 此構件受到外在約束。 (B) 此構件於升溫過程中，產生塑性變形。 (C) 此構件於溫度為  $T + \Delta T$  時，熱應力大於降伏應力。 (D) 此構件於降溫過程中，應力與應變為線性相關。 (E) 此構件於冷卻後，可能具有殘餘應力。

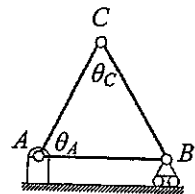
9. 考慮右圖所示受平面應力作用的平板，假設平板屬不可壓縮材料，材料的剪切彈性模量為  $G$ ，在彈性範圍內，請問平板內的最大主應變為何？

(A)  $\sigma/2G$  (B)  $\sigma/3G$  (C)  $2\sigma/3G$  (D)  $3\sigma/4G$  (E) 以上皆非



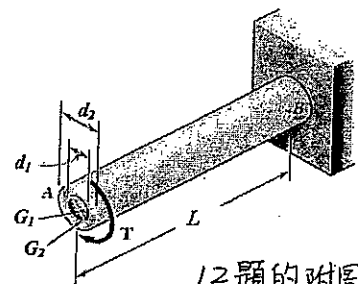
10. 右圖所示的桁架 (truss) 由三根相同的桿子組成，當溫度為  $T$  時，沒有應力。請問當溫度下降為  $T - \Delta T$  時，下列敘述何者錯誤？

(A) 桿件 AB 的應變為  $-\alpha\Delta T$  (B)  $\theta_C$  角度不變 (C) 桿件 AC 的應變為  $-\alpha\Delta T$   
 (D)  $\theta_C > \theta_A$  (E) 桿件 BC 的應力為 0



11. 一空心圓桿之內半徑為  $R_i$ 、外半徑為  $R_o$ ，圓桿材料的剪切彈性模量為  $G$ ，在一扭矩  $T$  作用下，下列敘述何者錯誤？(假設圓柱軸向為  $z$  軸)

(A) 截面的極慣性矩為  $J = \pi(R_o^4 - R_i^4)/2$ 。  
 (B) 在圓桿產生塑性變形處，剪應力  $\tau_{xy} = \tau_{yx}$ 。  
 (C) 橫截面上的剪應力方向與半徑垂直。  
 (D) 在彈性範圍內，橫截面上之最大與最小剪應力的比值為  $R_o/(R_o - R_i)$ 。  
 (E) 圓桿截面仍為平面。



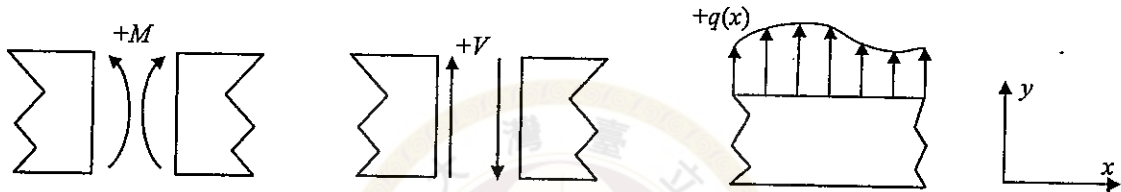
12 題的附圖

(圖位於第2頁右下方)

12. 如圖顯示一端固定、另一端承受扭矩  $T$  之實心圓桿，由心部材料與外部材料所組成，材料之分佈為軸對稱；心部材料的直徑為  $d_1$ 、剪切彈性模量為  $G_1$ ；外部材料的直徑為  $d_2$ 、剪切彈性模量為  $G_2$ ；假設材料尚在彈性範圍內，心部材料與外部材料所承受的扭矩比值為何？  
 (A)  $d_1^4/(d_2^4-d_1^4)$  (B)  $G_1d_1^2/G_2(d_2^2-d_1^2)$  (C)  $\pi G_2(d_2^4-d_1^4)/32G_1d_1^4$  (D)  $G_1d_2^4/G_2d_1^4$  (E) 以上皆非

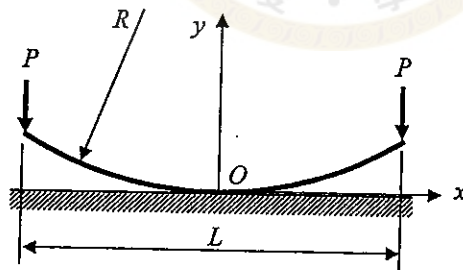
13. 承上一題，A 端的扭角為何？  
 (A)  $32TL/\pi[G_1d_1^4+G_2(d_2^4-d_1^4)]$  (B)  $16TL/\pi[G_1d_1^4+G_2(d_2^4-d_1^4)]$  (C)  $8TL/\pi(G_1d_1^4+G_2d_2^4)$   
 (D)  $32TL/(G_1d_2^4+G_2d_1^4)$  (E) 資料不足，無法計算

14. 定義樑的剪力  $V$ 、彎矩  $M$  和受力  $q(x)$  的正向如下圖所示。



假設樑由非線彈性材料構成，請問下列那個關係式（或敘述）是正確的

- (A) 曲率的變化正比於彎矩 (B)  $\frac{dM}{dx} = V$  (C)  $V(x_2) - V(x_1) + \int_{x_1}^{x_2} q dx = 0$   
 (D) 軸向應力  $\sigma_x$  的大小正比於彎矩的大小 (E) 以上皆非
15. 下圖所示的板片彈簧 (leaf spring) 的長度為  $L$ ，不受力時的曲率半徑為  $R$ ，此時板片彈簧在中點  $O$  處和地面接觸。假設  $L \ll R$ ，外力導致曲率的變化正比於彎矩。



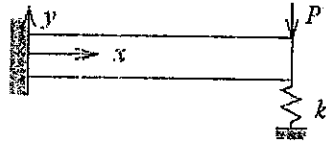
在彈簧的兩端施以向下的力  $P$ 。當施力到達一臨界值  $P_c$  時，板片彈簧在中點  $O$  的曲率變為 0。請問下列關於  $P_c$  的敘述何者正確。

- (A)  $P_c$  和  $L^3$  成反比 (B)  $P_c$  和  $R$  成反比 (C)  $P_c$  和彈簧的楊氏係數無關 (D)  $P_c$  和  $L$  成正比  
 (E) 以上皆非
16. 承上題，當  $P > P_c$  時，板片彈簧中段  $|x| \leq d/2$  的部分和地面平貼接觸。下列關於板片彈簧和地面接觸面間在  $|x| < d/4$  範圍內壓力的敘述何者正確？

- (A) 接觸壓力和彈簧的楊氏係數無關 (B) 接觸壓力正比於外加力  $P$  (C) 接觸壓力恆大於 0  
 (D) 接觸壓力和  $L$  成正比 (E) 以上皆非

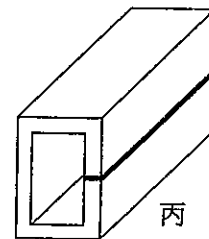
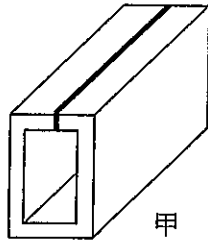
見背面

17. 考慮下圖所示左端固定的樑，樑的右端以彈簧支撐並承受一向 $-y$ 方向的集中力 $P$ 作用，樑的斷面為矩形。



請問下列那個關係式（或敘述）是正確的

- (A) 這個問題為靜定 (B) 固定端的彎矩和 $k$ 無關 (C) 樑的剪力在固定端有最大值 (D) 隨著 $k$ 的增加，樑的中性面（neutral surface）會逐漸靠近樑的下緣 (E) 降低樑的楊氏係數，其餘條件不變，則固定端的彎矩隨之降低。
18. 利用板材焊接成截面為矩形的樑，有下列甲、乙、丙，3種焊接的方式，粗黑實線所示為焊接部分。



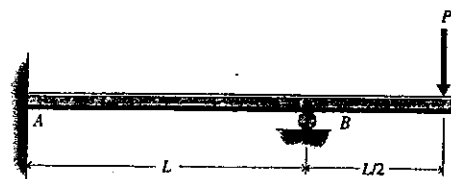
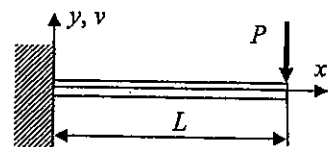
用這三種樑作為簡支樑，在樑的中點承受向下的外力 $P$ ，假設樑的強度由焊料的強度決定，三種焊接方式造成的樑能承受外力大小的順序為

- (A) 甲>丙>乙 (B) 甲>乙>丙 (C) 丙>乙>甲 (D) 丙>甲>乙 (E) 乙>甲>丙
19. 已知長為 $L$ 的懸臂樑，在右端受到向下的力 $P$ 作用後（參考右圖），樑的變形可表為

$$v(x) = \frac{-Px^2(3L-x)}{6EI}$$

利用這個結果，請問下圖所示樑在點 $A$ 的彎矩的大小為

- (A)  $\frac{3PL}{2}$  (B)  $PL$  (C)  $\frac{3PL}{4}$  (D)  $\frac{PL}{2}$  (E)  $\frac{PL}{4}$



20. 下列關於樑的截面的剪力中心（shear center）的敘述何者正確？
- (A) 如果樑為線彈性材料則剪力中心只和截面的形狀和尺寸有關  
(B) 如果樑為線彈性材料則剪力中心和形心的距離正比於彎矩的大小  
(C) 樑的剪力中心只和截面的形狀和尺寸有關，和材料性質無關  
(D) 剪力中心和形心的距離正比於彎矩的大小，和材料性質無關  
(E) 以上皆非