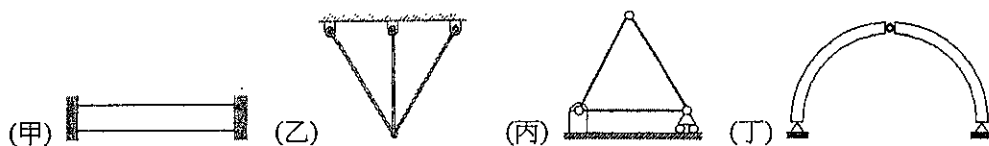


以下有 20 題單選題，每答對一題得 5 分，每答錯一題倒扣 1.25 分，總分四捨五入至整數。

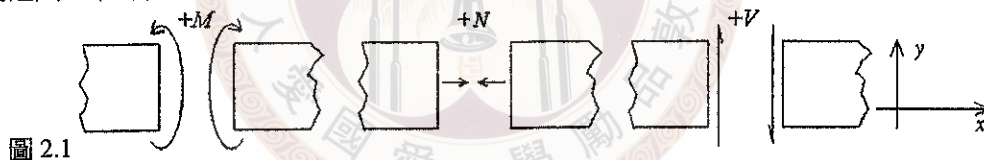
各題中，除非特別強調，所有材料皆為等向性線彈性—完全塑性(Isotropic linearly elastic-perfectly plastic)材料，不需考慮應力集中，代表材料特性的符號為： E 楊氏係數， ν 泊松比， G 剪力係數， α 熱膨脹係數。

1. 如附圖所示的四個結構分別為：(甲)兩端固定的樑，(乙)三根桿件的桁架，(丙)三根桿件的桁架，(丁)三鉸拱。溫度為 T 時，此四個結構的桿件均無應力。若材料的熱膨脹係數皆相同且為正，則當溫度下降 ΔT 後，針對各結構的行為，何者為正確的敘述。

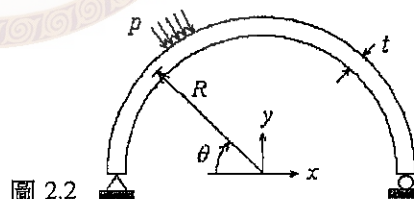


- (A) 乙丙二者所有桿件皆縮短，甲丁二者桿件長度不變。
 (B) 甲乙二者桿件內均為拉(張)力，丙丁二者桿件皆無應力。
 (C) 甲乙二者桿件長度不變，丙丁二者桿件間相對角度不變。
 (D) 丙丁二者所有桿件皆縮短，乙有桿件受壓力。
 (E) 甲乙丁三者桿件長度不變，丙的桿件皆無應力。

2. 令桿件的彎矩 M 、軸向力 N 與剪力 V 如圖 2.1 者為正。現有一半徑為 R 深度為 t 的半圓形樑如圖 2.2 所示，在樑的外側全部承受垂直於表面的正壓力 p 作用，已知 $t \ll R$ 且樑厚度為 1，請選出正確的敘述。



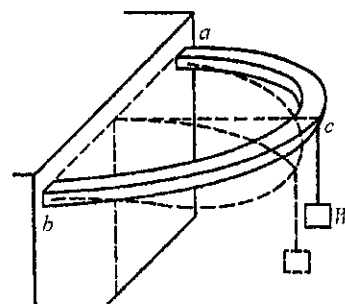
- (A) $V = pR(1 - \cos^2 \theta)$
 (B) $M = (pR^2 \sin^2 \theta) / 2$
 (C) $N = -pR$
 (D) $V = -pR \sin 2\theta$
 (E) 以上皆非。



3. 圖 3 所示為一半圓形的樑，樑的橫截面不隨位置而變，樑的 a 、 b 兩端固定在牆上，樑的中央 c 點吊掛一重物 W 使得樑下垂。請指出以下那個敘述是錯誤的。

- (A) c 點的斷面內無垂直剪力
 (B) c 點的斷面內無水平剪力
 (C) c 點的斷面內無扭矩
 (D) a 點的斷面內無扭矩
 (E) a 點的斷面內無軸向力

圖 3



見背面

4. 圖 4 的結構係由兩根相同截面但不同材料的桿件接合而成。已知承受軸向力桿件的位移 $u(x)$ 必須滿足 $\frac{d}{dx} \left(EA \frac{du}{dx} \right) + q(x) = 0$ 的方程式，其中 E 為 Young's modulus， A 為截面積。若左側與右側桿件的軸向位移分別以 u_L 與 u_R 表示，Young's modulus 分別以 E_L 與 E_R 表示，則在 $x = a$ 處的接合面須滿足何種條件。

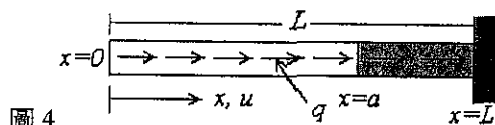


圖 4

- (A) $u_L = u_R$, $\frac{du_L}{dx} = \frac{du_R}{dx}$ (B) $u_L = u_R$, $E_L \frac{du_L}{dx} = -E_R \frac{du_R}{dx}$ (C) $u_L = u_R$, $E_L \frac{du_L}{dx} = E_R \frac{du_R}{dx}$
 (D) $u_L = u_R$, $\frac{du_L}{dx} = -\frac{du_R}{dx}$ (E) $u_L = -u_R$, $E_L \frac{du_L}{dx} = -E_R \frac{du_R}{dx}$

5. 已知承受軸向力桿件的位移 $u(x)$ 必須滿足 $\frac{d}{dx} \left(EA \frac{du}{dx} \right) + q(x) = 0$ 的方程式，其中分佈的外力 $q(x)$ 以正 x 軸方向為正。現有相同材料但斷面變化如圖 5 的桿件，在兩端的截面積為 $2A$ ，在中間部分則為 A ，分佈的外力 q 為常數。若欲利用單一方程式配合 Singularity function 描述此桿件在 $0 < x < L$ 的行為，請選出正確的方程式。

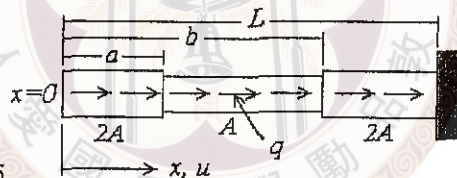
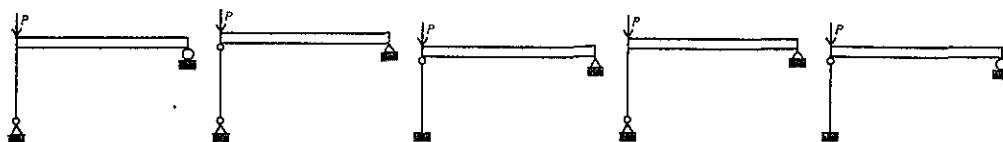


圖 5

- (A) $EA \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{q}{2}(1 + \langle x-a \rangle^0 - \langle x-b \rangle^0) = 0$ (B) $EA \frac{d^2u}{dx^2} + q(2 + \langle x-a \rangle^0 - 2\langle x-b \rangle^0) = 0$
 (C) $EA \frac{d^2u}{dx^2} + q(2 + \langle x-a \rangle^0 + 2\langle x-b \rangle^0) = 0$ (D) $EA \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{q}{2}(1 + \frac{\langle x-a \rangle^0}{2} - \frac{\langle x-b \rangle^0}{2}) = 0$
 (E) $EA \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{q}{2}(1 + 2\langle x-a \rangle^0 + \langle x-b \rangle^0) = 0$

6. 樑的左端以相同的細桿件用 5 種不同的方式支撐如附圖，樑的右端則為鉸或輻，而在此支撐點的正上方受一向下的集中力 P 作用。若桿件在降服之前已經 Buckle，請選出正確的臨荷荷重大小關係。



(甲)

(乙)

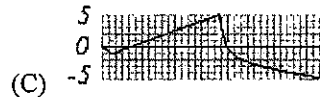
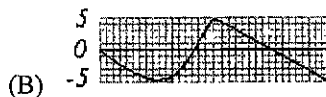
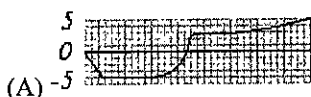
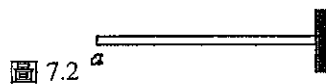
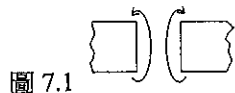
(丙)

(丁)

(戊)

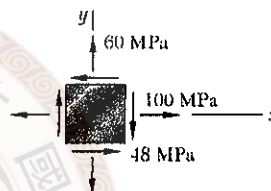
- (A) 甲 < 丁 < 丙 < 乙 < 戊 (B) 戊 < 甲 < 乙 < 丁 < 丙 (C) 乙 < 丁 < 丙 < 甲 < 戊 (D) 乙 < 戊 < 丙 < 甲 < 丁
 (E) 甲 = 戊 < 乙 < 丙 = 丁

7. 令樑的彎矩如圖 7.1 者為正，如圖 7.2 的樑受外力作用後的彎矩圖示如(A)至(E)，請選出 a 點逆時針轉角最大者。



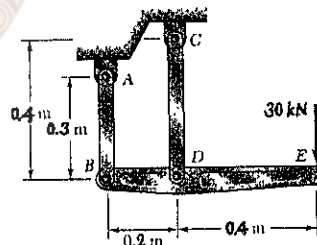
8. 有關右圖之平面應力狀態，請問以下敘述何者錯誤？

- (A)兩主應力的方向垂直
(B)最大剪應力方向與最大主應力方向垂直
(C) z 方向上之應力為 0
(D)兩主應力別為 132 MPa 與 28 MPa
(E)最大剪應力為 52 MPa



9. 上題中，假設材料之降伏應力為 250 MPa，則依照 von Mises 所提出之 maximum-distortion-energy 降伏法則計算，在該應力狀態下，所使用材料之安全因子為何？
(A)1.56 (B)1.69 (C)1.96 (D)2.08 (E)2.40

10. 右圖顯示一 BDE 之剛性桿件藉 AB 與 CD 兩桿件吊掛著，且在其右端 E 處承受一 30 kN 向下之力。已知 AB 桿件為鋁製，截面積為 500 mm^2 ，楊氏係數為 70 GPa，降伏應力為 380 MPa； CD 桿件為鋼製，截面積為 600 mm^2 ，楊氏係數為 200 GPa，降伏應力為 590 MPa。請問 E 點的位移為何？



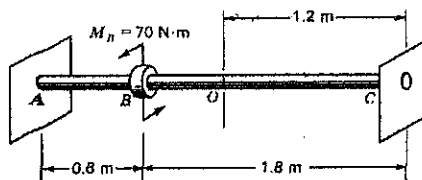
- (A)0.514 mm (B)0.983 mm (C)1.286 mm (D)1.737 mm
(E)1.928 mm

11. 請問上題中 AB 與 CD 兩桿件受力後所儲存之總應變能(strain energy)為何？
(A)19.29 J (B)28.92 J (C)38.58 J (D)57.84 J (E)以上皆非

12. 就上上題之結構，請問以下敘述何者錯誤？

- (A)在 E 點承受 30 kN 之情況下， AB 與 CD 桿件皆仍在彈性範圍內。
(B)如果 E 點承受之力由 30 kN 逐漸加大，終將使 AB 桿件與 CD 桿件一一降伏。
(C)因 AB 桿件之降伏應力較低，所以將比 CD 桿件先達到降伏狀態。
(D)當 AB 或 CD 桿件降伏後，桿件仍能繼續儲存應變能。
(E)在 elastic-perfectly plastic 材料的假設下，當 AB 與 CD 桿件皆降伏後， E 點將不再能承受更大力量了。

13. 右圖顯示一兩端固定、但其間 B 點承受一 $70 \text{ N}\cdot\text{m}$ 扭矩、具 25 mm 直徑圓形截面之桿件，桿件為鋁合金製，剪彈性模數(shear modulus of elasticity)為 26 GPa ，請問以下敘述何者錯誤？



- (A) 本結構為一靜不定結構。
 (B) 我們可沿著 $ABOC$ 建構桿件之扭矩圖。
 (C) 桿件在 B 點所承受之扭矩有不連續性。
 (D) 桿件發生最大扭角的地方在 B 點。
 (E) 桿件承受最大扭矩的地方在 C 點。

14. 請問上圖中， O 點的扭角為何？

- (A) 0.61° (B) 0.91° (C) 1.21° (D) 1.51° (E) 條件不夠，無法算出。

15. 在推導梁的撓曲理論時，以下哪個式子與梁的材料特性有關。其中 ε 為正應變， y 為至中性軸距離， ρ 為曲率半徑， σ 為正應力， M 為彎矩， I 為面積的二次矩， q 為分佈力， V 為剪力， w 為側向位移。

- (A) $\varepsilon = -\frac{y}{\rho}$ (B) $\sigma = -\frac{My}{I}$ (C) $\frac{d^2M}{dx^2} = q$ (D) $\frac{dM}{dx} = -V$ (E) $\frac{1}{\rho} = \frac{d^2w}{dx^2}$

16. 令梁的彎矩 M 的正向如圖 16.1 所示。某梁承受如圖 16.2 的外力，請選出其相對應的彎矩圖。

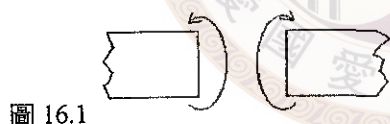


圖 16.1

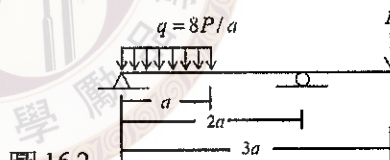
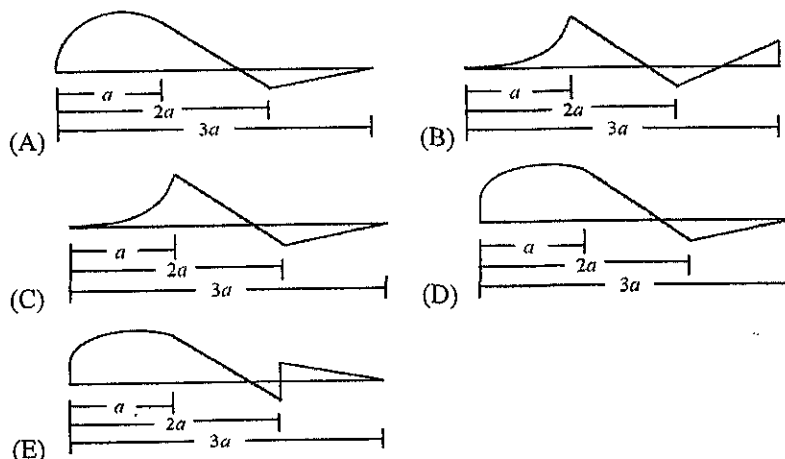
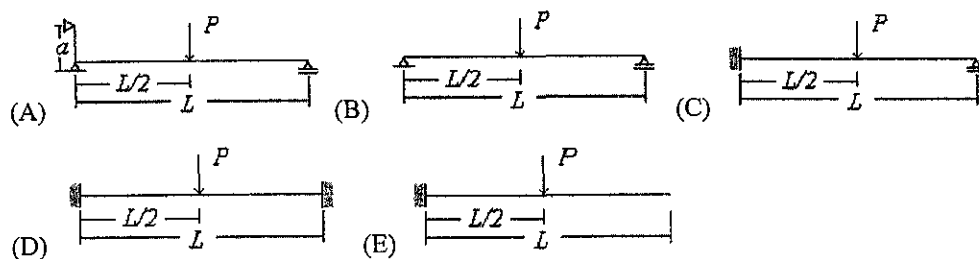


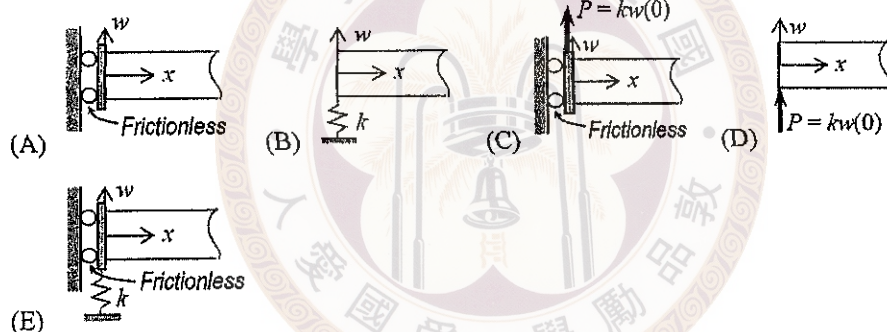
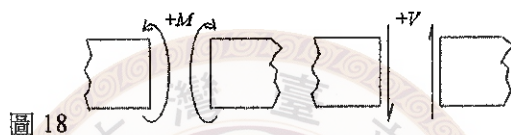
圖 16.2



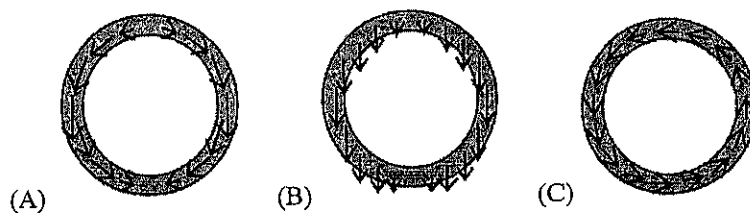
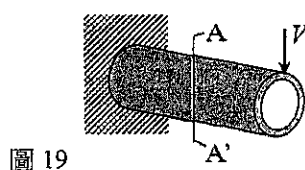
17. 由圓形截面桿件構成的梁承受一集中荷重 P ，請問在不同的支撐下，何者在梁的左右端點之間會產生最多曲率為零的點(不包含左右端點)。



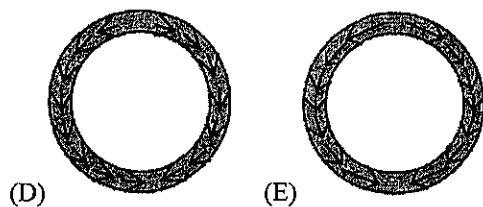
18. 如果定義樑的剪力 V 與彎矩 M 的正向如圖 18 所示，請指出 $\frac{dw}{dx}\bigg|_{x=0} = 0$ 與 $\frac{d^3w}{dx^3}\bigg|_{x=0} = -\frac{k}{EI}w(0)$ 可用來描述哪一個邊界條件。



19. 當圓形薄壁空心管承受剪力 V 如圖 19 所示，請指出在 AA' 斷面的正確剪應力分佈(箭頭指向剪應力方向，箭號長度代表剪應力大小)。



見背面



20. 當實心圓形懸臂樑承受剪力 V 如圖 20.1 所示， kk' 截面如圖 20.2 所示，在推導樑的剪應力時，請問下列何者為真。

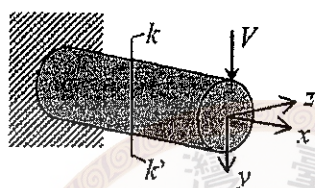


圖 20.1

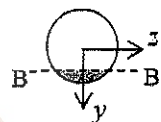


圖 20.2

- (A) 截面上最大的剪應力為 $(2V)/(3\pi r^2)$ ， r 為圓形截面的半徑。
 (B) 圖 20.2 中， BB' 線上的剪應力與截面的圓周互相垂直。
 (C) 圖 20.2 中， BB' 線上的剪應力指向同一點。
 (D) 圖 20.2 中， BB' 線下方的面積一次矩為 $(r^2 - d^2)^{3/2} / 3$ ， r 為圓形截面的半徑， d 為 BB' 線至圓心的距離。
 (E) 圖 20.2 中， BB' 線上的剪應力值均相同。