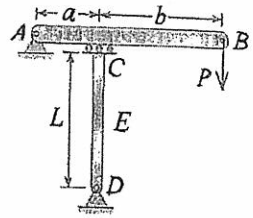


請注意本考卷包括(一)選擇題與(二)計算題兩部份，其中第 1-15 題為選擇題，第 16-18 題為計算題。

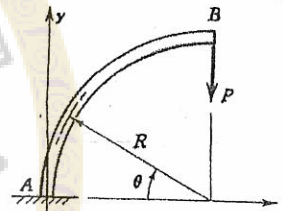
(一)選擇題 (請於試卷內之「選擇題作答區」依序作答)

以下有 15 題單選題，請選出最適合的答案。每答對一題得 4 分，答錯一題倒扣 1 分，不答則不扣分。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，且不需考慮應力集中。

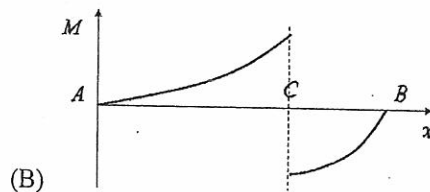
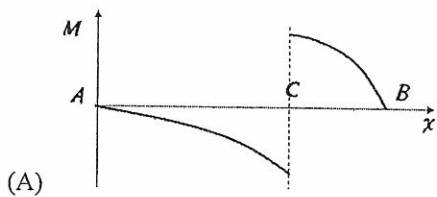
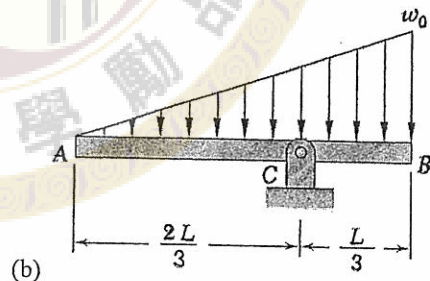
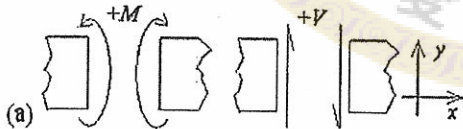
- 附圖為由柱  $CD$  以一排輓子(roller)支撐梁  $AB$  而成之構架，此構架的功用為在點  $B$  承載一集中力  $P$ 。因設計失當，致使此構架的失效模式為  $CD$  柱的 Buckling。現欲改善此構架以提高其負載能力，以下那個方案是無效的？  
 (A)提高  $CD$  柱的降伏應力  
 (B)將  $C$  點與  $AB$  梁間的輓子換成鉸接(pin-connection)  
 (C)將  $D$  點的鉸接改成固定(fixed-connection)  
 (D)  $CD$  柱換用 Young's modulus 較大的材料  
 (E)在  $E$  點加一個輓子支撐(roller support)



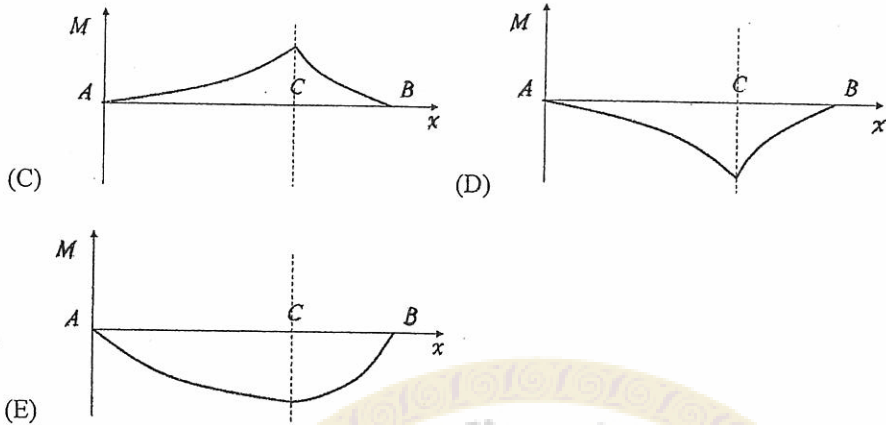
- 附圖中  $AB$  為一四分之一圓弧桿件，在  $B$  點施加一垂直作用力  $P$ 。請選出正確的彎矩(bending moment)表示式。  
 (A)  $-P \cos \theta$   
 (B)  $-P \sin \theta$   
 (C)  $-PR \cos \theta$   
 (D)  $-PR \sin \theta$   
 (E) 以上皆非



- 如果定義梁的剪力  $V$  與彎矩  $M$  的正向如圖(a)所示。附圖(b)為某梁的受力圖，若非線性效應可忽略，請選出合理的彎矩圖(bending moment diagram)。



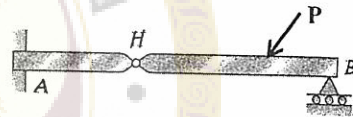
見背面



4. H型鋼為國內常用的鋼材，標示  $150 \times 100$  的H型鋼表示該型鋼截面高度  $150 \text{ mm}$ 、翼版寬度  $100 \text{ mm}$ 。H型鋼在美國稱為W型鋼，如以公制為準， $W150 \times 18$  之18表示該型鋼之  
 (A) 截面翼版寬度為  $18 \text{ mm}$  (B) 截面腹版寬度為  $18 \text{ mm}$  (C) 截面翼版厚度為  $18 \text{ mm}$  (D) 每單位長度重量為  $18 \text{ N/m}$  (E) 每單位長度質量為  $18 \text{ kg/m}$ 。

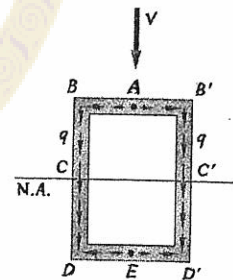
5. 有關右側梁結構及其求解的敘述，何者正確？

- (A) 其並非一可解題目  
 (B) 其為一不穩定結構  
 (C) 其為一靜不定結構  
 (D) 其有六個反力可先求出  
 (E) Hinge H處無法受力



6. 右側顯示一環形截面受到一向下剪力  $V$  所呈現的剪應力流 (shear flow)  $q$ ，請問所畫剪應力流方向何處不正確？

- (A) AB 與 AB' 段  
 (B) BC 與 B'C' 段  
 (C) CD 與 C'D' 段  
 (D) DE 與 ED' 段  
 (E) AB' 與 DE 段



7. 在梁的問題中，如果材料的降伏強度為  $240 \text{ MPa}$ ，在線彈性-完全塑性的假設下，請問一寬度  $50 \text{ mm}$ 、高度  $120 \text{ mm}$  矩形斷面所能承受的最大彈性彎矩為何？

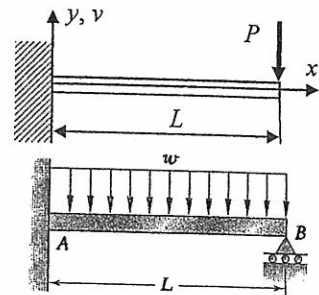
- (A)  $28.8 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 (B)  $32.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 (C)  $43.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 (D)  $48.9 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 (E) 以上皆非

8. 前題梁斷面所能承受之極限彎矩為何？

- (A)  $28.8 \text{ kN}\cdot\text{m}$  (B)  $32.6 \text{ kN}\cdot\text{m}$  (C)  $43.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$  (D)  $48.9 \text{ kN}\cdot\text{m}$  (E) 以上皆非

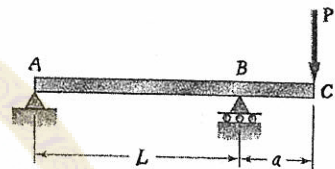
接次頁

9. 依右上圖所示座標，長度  $L$  懸臂梁右端受到一集中負載  $P$  後的變位(deflection, 又稱撓度)為  $v(x) = (Px^3 - 3PLx^2)/6EI$ 。吾人可利用此結果與線性疊加原理，求解右下圖每單位長度受均勻負載  $w$  靜不定梁端點  $B$  的反力為



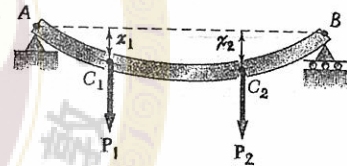
- (A)  $3wL/8$   
 (B)  $5wL/8$   
 (C)  $3wL/16$   
 (D)  $5wL/16$   
 (E) 以上皆非

10. 在線彈性範圍內，右圖所示梁右邊延伸長度為多少時，端點  $C$  的(向下)變位會與  $AB$  段內之最大(向上)變位相等？



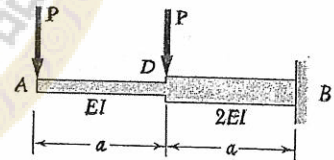
- (A)  $a = 0.278L$   
 (B)  $a = 0.438L$   
 (C)  $a = 0.577L$   
 (D)  $a = 0.626L$   
 (E) 以上皆非

11. 在線彈性範圍內，圖示簡支撐梁受到  $P_1 = 30\text{ N}$ 、 $P_2 = 4\text{ N}$  負載後，所儲存的應變能為  $U = 1.28 \times 10^{-4} P_1^2 + 0.26 \times 10^{-4} P_1 P_2 + 1.36 \times 10^{-4} P_2^2$  N·m，請問  $C_2$  點的變位為何？



- (A)  $x_2 = 2.54\text{ mm}$   
 (B)  $x_2 = 3.68\text{ mm}$   
 (C)  $x_2 = 5.08\text{ mm}$   
 (D)  $x_2 = 7.36\text{ mm}$   
 (E) 以上皆非

12. 有關右圖不等截面梁及其受力的力學描述，以下何者恆為正確？



- (A)  $D$  點左右所受的剪力與彎矩皆有不連續的情形  
 (B)  $D$  點左右所受的剪力不連續、但剪應力連續  
 (C)  $D$  點左右所受的彎矩連續、且彎曲(正向)應力連續  
 (D)  $D$  點左右所受的剪應力與彎曲應力皆有不連續的情形  
 (E)  $D$  點左右的撓度(deflection)連續、但曲度(slope)不連續

13. 一個球形鋼製壓力容器(spherical steel pressure vessel)的半徑為  $10\text{ cm}$ 、厚度為  $2\text{ mm}$ 。鋼的楊氏模數(Young's modulus)  $E$  為  $200\text{ GPa}$ ，柏松比(Poisson's ratio)  $\nu$  為  $0.3$ 。請問如果在容器內加壓至  $10\text{ atm}$ ，其半徑會增加的比例為 (A)  $0.0075\%$  (B)  $0.00875\%$  (C)  $0.005\%$  (D)  $0.01\%$  (E) 以上皆非
14. 承上題，不過容器改為一個封閉圓柱形的鋼製容器(closed-ended cylindrical steel pressure vessel)，半徑為  $10\text{ cm}$ 、厚度為  $2\text{ mm}$ ，長度為  $1\text{ m}$ ，同樣的材料。請問如果在容器內加壓至  $10\text{ atm}$ ，其長度會增加的比例為 (A)  $0.015\%$  (B)  $0.05\%$  (C)  $0.005\%$  (D)  $0.0015\%$  (E) 以上皆非
15. 承上題，若將一個  $45^\circ$  的應變規組(strain gage rosette)黏貼在封閉圓柱形壓力容器的外表面，其中兩個應變規的方向分別平行於容器的長軸向與徑向，請問  $45^\circ$  的應變規會讀出的值為 (A)  $0.000131$  (B)  $0.000252$  (C)  $0.00131$  (D)  $0.00252$  (E) 以上皆非

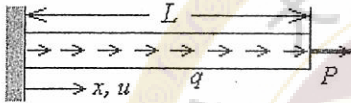
見背面

(二)計算題 (請於試卷內之「非選擇題作答區」作答，並應註明作答之題號)

16. 一螺栓(bolt)套在一空心圓管(tube)中，調整位於 A 點的螺母(nut)使得螺母剛好與圓桿接觸。圓管長度為 100 mm，螺栓和圓管截面積分別為  $38 \text{ mm}^2$  和  $28 \text{ mm}^2$ 。假設螺栓及螺母的材料分別為鋼(steel)及鋁(aluminum)，其材料常數如下：鋼：Young's modulus  $E_b = 200 \text{ GPa}$ ,  $\alpha_b = 14 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ，降伏應力(yield stress)  $\sigma_{yb} = 250 \text{ MPa}$ ；鋁：Young's modulus  $E_t = 70 \text{ GPa}$ ,  $\alpha_t = 23 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ，降伏應力(yield stress)  $\sigma_{yt} = 400 \text{ MPa}$ 。假設該組件受熱後溫度均勻上升  $\Delta T$ ，請問彈性變形的可容許最大  $\Delta T$  為何？ (10 分)



17. 有一根以 Young's modulus 為  $E$  的材料製成斷面為  $A$  承受軸向力的桿件，其軸向分佈外力為  $q(x)$ ，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，請寫下正確的邊界條件(boundary conditions)並推導出  $u(x)$  的表示式。(10 分)



18. 下圖顯示方形梁的某種製作方式。該梁係以一塊長 200 cm、寬 200 cm、厚 2 mm 的鋼板(楊氏模數 200 GPa，柏松比 0.3)折彎成形(50 cm 的正方形截面)，並沿著長度方向的接縫熔接，另在兩端各焊上一塊端板，製成如右圖所示的箱型梁。請回答以下問題：

- (1)請決定此箱形梁的扭轉彈簧常數(torsional spring constant)。(10 分)
- (2)如果熔接的強度只有原母材的 85%，而且此梁受到(壓縮) 10 kN 的軸向施力以及一扭矩  $T$ 。若鋼的降伏強度(yield strength)為 200 MPa，則此梁在降伏前可承受的最大扭矩為何？ (10 分)

