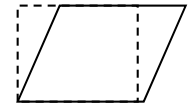
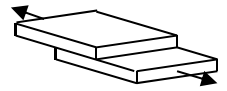
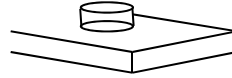
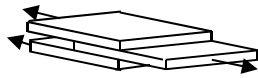
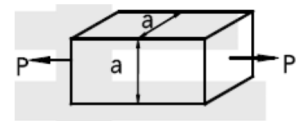


- 剪力：力的方向與作用面平行
- 單位受剪面積所受的力稱為：剪應力  $\tau = P / A$
- 單剪
- 雙剪
- 穿孔剪力

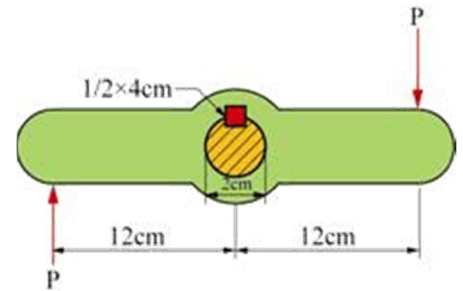


- 剪應變  $\gamma = \delta s / Ls$ 
  1. 剪應變以  $\gamma$  表示，代表性的單位為弧度
  2.  $\gamma$  為角度，但因其其值相當小， $\tan \gamma = \delta s / Ls = \gamma$
- 剪切的虎克定律  $\tau = G \gamma$ 
  1.  $G$  為抗剪剛度，其單位為 Pa、kgf / cm<sup>2</sup>...
  2.  $G$  愈大，材料愈不易受剪力作用而變形

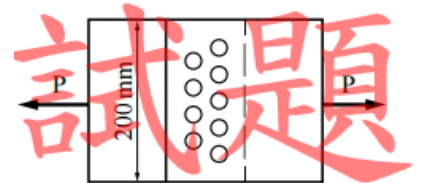
1. 如右圖所示，一正方形截面的鐵棒，若其截面邊長為  $a$ ，兩端承受  $P = 3200 \text{ N}$  的拉力，且其最大剪應力為  $100 \text{ MPa}$ ，則邊長  $a$  為：  
(A) 16 mm (B) 42mm (C) 4 mm (D) 2 mm



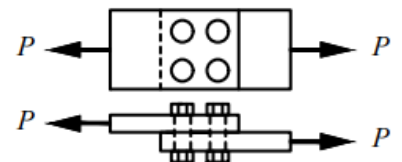
2. 如圖所示，有一直徑為 2cm 之直徑之圓軸把手，由一個 4cm × 0.5cm 之鍵所接合，若鍵之允許剪應力為  $840 \text{ kg/cm}^2$ ，試求  $P$  之最大值應為：(1) 35 (2) 70 (3) 105 (4) 140 kg



3. 一雙排鉚釘搭接如圖所示，若板寬 200 mm，板厚 20 mm，鉚釘直徑 25 mm，板子承受  $4500 \pi \text{ N}$  拉力，下列計算之應力何者正確？ 105 統測機械  
(A) 鉚釘承受 3.2MPa 拉應力  
(B) 鉚釘承受 5.8MPa 拉應力  
(C) 鉚釘承受 3.2MPa 剪應力  
(D) 鉚釘承受 5.8MPa 剪應力



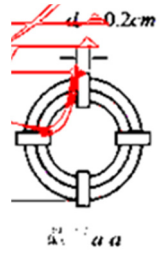
4. 如圖所示，兩塊鋼板由四根直徑為 20mm 的螺栓接合，其作用拉力  $P = 2000 \pi \text{ kgf}$ ，則每支螺栓所受之平均剪應力大小為：108 統測土建群  
(A)  $500 \text{ kgf/cm}^2$  (B)  $1000 \text{ kgf/cm}^2$   
(C)  $1500 \text{ kgf/cm}^2$  (D)  $2000 \text{ kgf/cm}^2$



5. 某材料之彈性係數  $E = 200 \text{ GPa}$ ，剪割彈性係數  $G = 80 \text{ GPa}$ ，則其蒲松氏比  $\mu$  為： 93 統測  
(A) 0.2 (B) 0.25 (C) 0.3 (D) 0.35

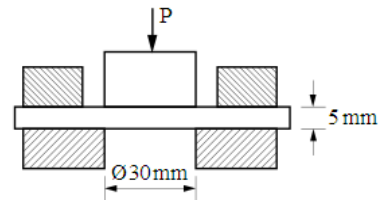
6. 如圖所示，桿件 ABC 是由 AB 管及 BC 管構成，在 B 處利用四根釘子連接，四根釘子之直徑  $d_p$  均為 0.2cm，在 C 點受到拉力  $P=80\text{N}$  作用。假設管壁間之摩擦力不計，則每根釘子之平均剪應力為？102 統測

(A)154 (B)231 (C)616 (D)637  $\text{N/cm}^2$



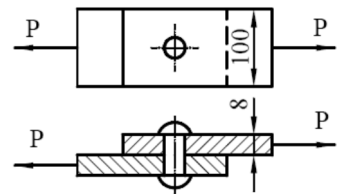
7. 如圖示之沖床孔加工，孔直徑 30 mm，板厚為 5 mm，板材抗剪強度為 200MPa，試求施加的力量 P 為多少 kN，才能完成衝孔

(A)  $30\pi$  (B)  $45\pi$  (C)  $60\pi$  (D)  $90\pi$  ? 101 統測機械



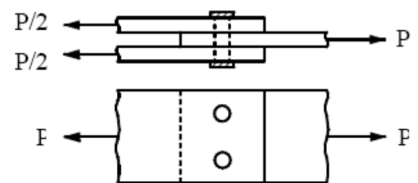
8. 使用兩根直徑皆為 16 mm 之螺栓接合三塊厚度皆為 20 mm 之鋼板，如圖所示。若不考慮鋼板之間的摩擦力，當拉力為  $P=12000 \text{ kgf}$ ，則每支螺栓所承受的平均剪應力約為：(請選最接近值) 96 統測

(A)  $1500 \text{ kgf/cm}^2$  (B)  $3000 \text{ kgf/cm}^2$   
(C)  $4500 \text{ kgf/cm}^2$  (D)  $6000 \text{ kgf/cm}^2$



9. 如右圖所示，若板寬為 100 mm，板厚為 8 mm，鉚釘直徑為 10 mm，受到 31.4 kN 的負荷作用，試問鉚釘所承受的剪應力為多少 MPa？

(A) 400 (B) 800 (C) 1200 (D) 1600 96 機械



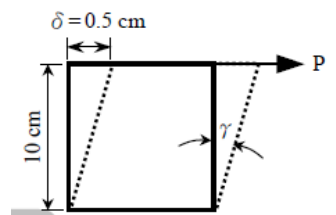
10. 一均質彈性材料的蒲松比為 0.25，若其剪力剛係數

$G=80\text{Gpa}$ ，則其彈性係數 E 為？(A) 100Gpa (B) 160Gpa (C) 200Gpa (D) 320Gpa 93

統測

11. 某一材料剛性模數  $G$  為  $0.84 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ ，承受剪力  $P$  作用，產生如圖所示之變形量，求該材料所受平均剪應力  $\tau$  之大小？97 統測

(A)  $\tau = 4.2 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$  (B)  $\tau = 4.2 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$   
(C)  $\tau = 4.2 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$  (D)  $\tau = 4.2 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$

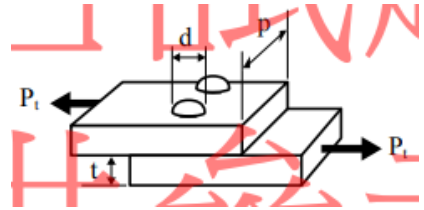


12. 一彈性材料受剪力作用，產生 0.006 弧度剪應變，已知材料的剪力模數  $G$  為  $3 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ ，則施加之剪應力為？

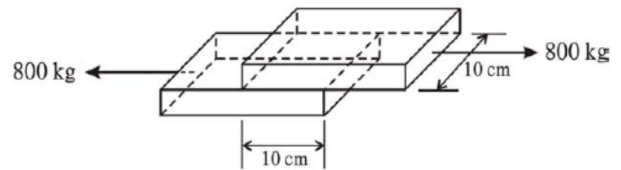
(A)  $200 \text{ kgf/cm}^2$  (B)  $500 \text{ kgf/cm}^2$   
(C)  $1500 \text{ kgf/cm}^2$  (D)  $1800 \text{ kgf/cm}^2$  98 統測

13. 欲利用衝床對板厚為 3 mm 之鋼板進行衝孔加工，衝頭直徑為 10 mm，若鋼板之破壞剪應力為  $300 \text{ N/mm}^2$ ，則施加於此衝頭之軸向力為多少 kN？ **95 機械**  
 (A)  $4.5\pi$  (B)  $7.5\pi$  (C)  $9.0\pi$  (D)  $22.5\pi$

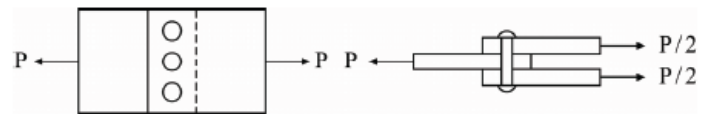
14. 兩塊相同尺寸的鋼板，以兩根鉚釘搭接的方式連接如圖所示。當鋼板承受  $P_t = 31400 \text{ N}$  的拉力，已知鉚釘直徑  $d=10 \text{ mm}$ ，鋼板寬度  $p=65 \text{ mm}$ ，鋼板厚度  $t=20 \text{ mm}$ ，則 每根鉚釘承受的剪應力為多少 MPa？ **106 統測機械**  
 (A) 100 (B) 150 (C) 200 (D) 250



15. 對於機械設計上所使用的係數或因數而言，下列敘述何者錯誤？  
 (A) 蒲松比  $\nu$  的範圍為  $0 < \nu < 0.5$  **92 統測**  
 (B) 楊氏係數  $E$  為應力與應變之比  
 (C) 剪割彈性係數  $G$  與楊氏係數  $E$  無關  
 (D) 安全因數必須大於 1



16. 有一構件如右圖所示，兩端承受拉力 800 kg，構件的剪力彈性模數（剛性模數） $G$  為  $0.8 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ，則該構件之剪應變為：  
 (A) 1 弧度 (B) 0.5 弧度 (C)  $10^{-5}$  弧度 (D)  $10^{-6}$  弧度



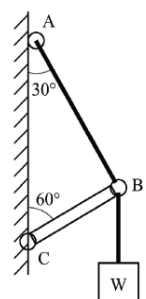
17. 材料之剪力模數為  $0.75 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ，承受剪應力為  $1500 \text{ kg/cm}^2$  時，所產生之剪應變多少？  
 (1) 0.001 (2) 0.002 (3) 0.003 (4) 0.004 弧度

18. 如圖所示，利用三個相同之鉚釘將三塊板材接合，若鉚釘之直徑為 30 mm，且其鉚釘最大可承受之剪應力為 60 MPa，若欲鉚釘不被剪斷，則施力  $P$  最大不得超過多少 kN？  
 (A) 83 (B) 125 (C) 254 (D) 368 **99 統測機械**

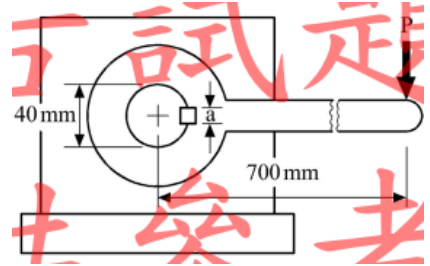
19. 一使用直徑為  $D$  的圓柱形沖頭，在厚度  $t$  為鋼板上沖出一圓孔，若施加於沖頭的軸向力為  $P$ ，則鋼板的沖孔所受的平均應力  $\tau$  等於？

(A)  $\frac{P}{\pi D t}$  (B)  $\frac{P}{2\pi D t}$  (C)  $\frac{P}{D t}$  (D)  $\frac{4P}{\pi D^2}$

20. 如圖示，一物體  $W$  之重量 2000 N，以  $AB$  吊索及  $BC$  鋼桿之結構支撐其重量，若鋼桿之降伏應力為 500 MPa，安全因數為 5，則  $BC$  桿之截面積至少應為多少  $\text{mm}^2$ ？ **100 統測機械**  
 (A) 2 (B) 6 (C) 10 (D) 25

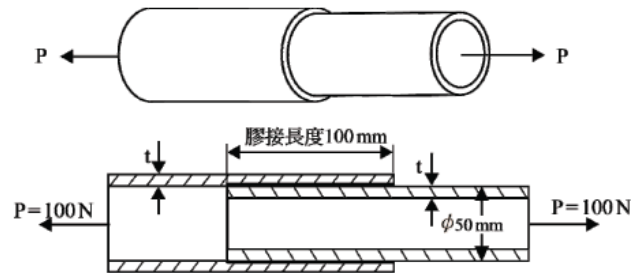


21. 如圖所示，有一長 700 mm 之搖桿，以一方鍵傳達扭力於直徑 40 mm 之軸上，若方鍵之長度為 10 mm，方鍵之剪應力不得超過 70 MPa，當搖桿之末端施加一負荷  $P = 100$  N，則方鍵之寬度尺寸  $a$  最小應為多少 mm？100 統測機械  
(A)3 (B)4 (C)5 (D)6



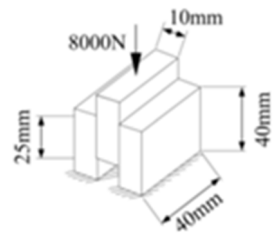
22. 兩塑膠管以膠接黏合如圖所示，兩管之管壁厚度  $t = 5$  mm，膠接黏合之長度為 100 mm，接合部位之直徑為 50 mm，接合後管件兩端受 100 N 之拉力作用，則膠黏處之平均剪應力約為多少  $\text{N} / \text{m}^2$ ？

(A) 3266 (B) 6366 (C) 7544 (D) 20000

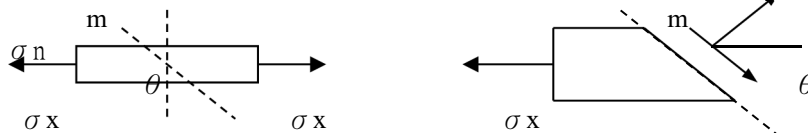


23. 三片尺寸完全相同的木材用膠黏成如圖所示的形狀，並受 8000 N 的壓力作用，則膠黏處的平均剪應力是多少 MPa？

(A) 10 (B) 8 (C) 6 (D) 4 98 機械



- 單軸應力：桿件在單軸向受到力的作用，於傾斜面上，應產生正交應力與剪應力。



- 符號：

1.  $\sigma_x$ 、 $\sigma_n$  拉力為正 壓力為負
2.  $\tau$ ：對截面而言，順時針為正 逆時針為負
3.  $\theta$ ：反時針為正

■  $\sigma_n = \sigma_x \cos^2 \theta$       $\tau = \frac{1}{2} \sigma_x \sin 2\theta$

■  $\theta = 0^\circ$  時  $\sigma_n = \sigma_x = P/A$       $\tau = 0$       $\theta = 45^\circ$  時  $\sigma_n = P/2A$       $\tau = P/2A$

材料破壞時

1. 延性材料：如熟鐵、銅…等，抗剪最弱，材料斷裂面在與外力成  $45^\circ$  的斜面上
2. 脆性材料：如生鐵、混凝土等，抗壓強但抗拉最弱，破壞面在與外力成  $90^\circ$  的垂直面上。

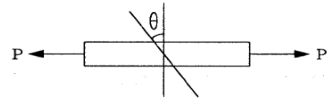
24. 如圖所示其截面為  $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ ，若其最大容許張應力為

$250\text{kg}/\text{cm}^2$ ，容許剪應力為  $100\text{kg}/\text{cm}^2$ ，則該桿件容許的軸向力  $P$  應為： (A)1200kg  
(B)1000kg (C)800kg (D)600kg。【93-2】



25. 如圖所示，一桿件受  $P=1000\text{kg}$  之軸向力，如其斷面積為  $0.5\text{cm} \times 1\text{cm}$ ，求當斷面之  $\theta=30^\circ$  時，其剪應力為若干？

(A)  $466\text{kg}/\text{cm}^2$  (B)  $666\text{kg}/\text{cm}^2$   
(C)  $866\text{kg}/\text{cm}^2$  (D)  $966\text{kg}/\text{cm}^2$ 。



26. 設計一橫斷面積  $100\text{ mm}^2$  的金屬圓桿，兩端承受拉力作用，已知圓桿可承受最大拉應力  $60\text{MPa}$ ，最大剪應力  $25\text{MPa}$ ，則容許兩端最大拉力為多少 N？ 103 統測機械

(A) 5000 (B) 5500  
(C) 6000 (D) 6500

27. 某材料受剪力作用後產生  $0.002$  弧度之剪應變，若其剪應力為  $500\text{ kg}/\text{cm}^2$ ，其材料之剪力模數應為：(1)  $0.5 \times 10^6$  (2)  $1 \times 10^5$  (3)  $2 \times 10^5$  (4)  $2.5 \times 10^5$   $\text{g}/\text{cm}^2$

28. 材料僅受軸向力  $P$  之作用，若其截面積為  $A$ ，則所生之最大剪應力為：

(A)  $\frac{P}{A}$  (B)  $\frac{P}{2A}$  (C)  $\frac{2P}{A}$  (D)  $\frac{3P}{2A}$

29. A 與 B 是矩形與正方形斷面的桿件，A 斷面的長與寬分別為  $8\text{ cm}$  與  $2\text{ cm}$ ，若欲兩桿件分別於承受  $1200\text{N}$  拉力下相同之最大剪應力，則 B 桿之邊長應為多少  $\text{cm}$ ？ 99 統測機械

(A) 2 (B) 4  
(C) 6 (D) 8

30. 一桿承受壓力，則最大剪應力發生於作用力與截面成多少角度的斜截面上。

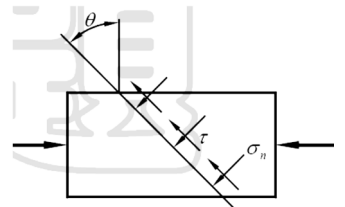
(1)  $0^\circ$  (2)  $30^\circ$  (3)  $45^\circ$  (4)  $90^\circ$

31. 一圓桿受一軸向拉力作用，則與軸向力成  $45^\circ$  之斜面上之正交應力  $\sigma_n$  與剪應力  $\tau$  之關係為：

(1)  $\sigma_n = \tau$  (2)  $2\sigma_n = \tau$  (3)  $\sigma_n = 2\tau$  (4)  $\sigma_n = \sqrt{2}\tau$

32. 有一正方形斷面之桿件，承受軸向力如右圖所示，若圖中斜角上正交應力  $\sigma_n$  及剪應力  $\tau$  之大小均為  $50\text{kgf}/\text{cm}^2$ ，其方向如圖所示，試求斜面之夾角  $\theta$  值？

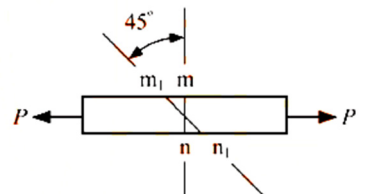
(A)  $60^\circ$  (B)  $45^\circ$  (C)  $30^\circ$  (D)  $15^\circ$  95 統測



33. 下列之敘述何者有誤？(1)材料抗剪剛度愈大，材料愈易受剪力作用而變形 (2)材料在彈性界限內，剪應力與剪應變成正比 (3)材料受剪力作用時，若各邊長度不變時，其材料之體積不變 (4)剪力模數之單位與彈性模數相同

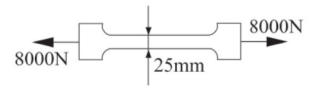
34. 如圖所示方形桿件，mn 桿件斷面積為  $100\text{ mm}^2$ ，軸向承受  $P=8000\text{ N}$  之拉力，則斜截面上 m<sub>1</sub>n<sub>1</sub> 之剪應力為多少  $\text{N} / \text{mm}^2$ ？ 99 二技

(A) 20 (B) 40 (C) 60 (D) 80

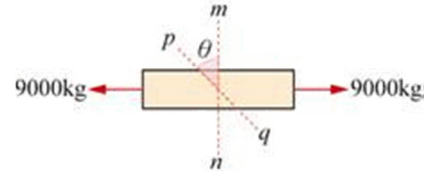


35. 截面正方形之柱，每邊長  $30\text{cm}$  承受  $27\text{t}$  之拉力，則最大剪應力為：(1) 15 (2) 21.1  
(3) 30 (4)  $42.4\text{ kg}/\text{cm}^2$

36. 拉力試驗試片如圖示，承受軸向拉力 8000N 作用，試片厚度 4 mm，寬度為 25 mm，則試片截面上的最大剪應力為多少？ 98 統測機械  
(A) 40 MPa (B) 50 MPa (C) 60 MPa (D) 80 MPa



37. 如左圖所示，其斷面積為  $4\text{cm} \times 4\text{cm}$ ，僅承受 9000kg 之軸向拉力。若在傾斜面  $pq$  與截面  $mn$  夾角  $\theta = 30^\circ$ ，試求傾斜面上之正向應力約為：  
(1) 141 (2) 244 (3) 382 (4) 422  $\text{kg}/\text{cm}^2$



38. 下列何者為剪力模數  $G$  之單位？(1)  $\text{kg}\cdot\text{cm}$  (2)  $\text{kg}/\text{cm}^2$  (3)  $\text{cm}/\text{kg}$  (4)  $\text{kg}/\text{cm}$   
39. 設一彈性材料之彈性模數為  $700\text{t}/\text{cm}^2$ ，剪力模數為  $280\text{t}/\text{cm}^2$ ，則此材料之蒲松比為：  
(1) 0.34 (2) 0.25 (3) 0.50 (4) 0.45

40. 一實心圓桿承受一軸向力，若此圓桿內之平均軸向拉應力的大小為 50 MPa，則此圓桿內之最大剪應力的大小及方向(與軸向的夾角)為何？

(A) 25 MPa,  $45^\circ$  (B) 50 MPa,  $45^\circ$   
(C) 25 MPa,  $90^\circ$  (D) 50 MPa,  $90^\circ$

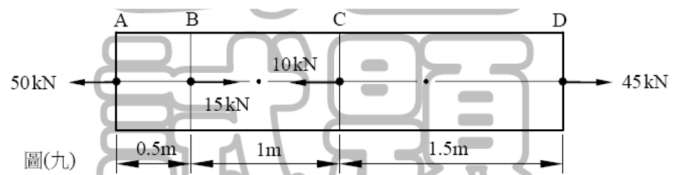
41. 一般而言材料之彈性模數  $E$ 、體積彈性模數  $E_v$  及剪力模數  $G$  大小之關係應為：

(1)  $E_v > E > G$  (2)  $E > G > E_v$   
(3)  $E > E_v > G$  (4)  $G > E > E_v$

42. 有一圓軸承受 16 MPa 的軸向拉力，產生  $1.1 \times 10^{-4}$  的軸向應變，則此圓軸的楊氏模數為多少 GPa？(A) 14.5 (B) 17.6 (C) 145.5 (D) 176.0

43. 如圖的鋼棒 ABCD，斷面積為  $500\text{ mm}^2$ ，承受 4 個軸向負荷，已知鋼的彈性係數為 200 GPa，則該鋼棒的總伸長量為多少 mm？

(A) 0.575 (B) 0.925 (C) 1.025 (D) 1.275

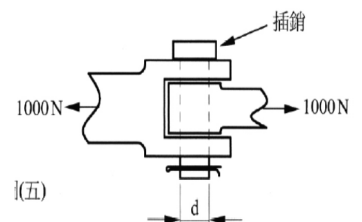


44. 材料承受雙軸向應力時， $\sigma_x = -\sigma_y = \sigma$ ，則其承受之最大剪應力為多少：

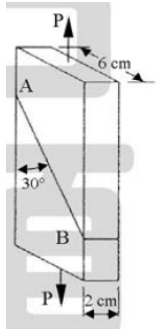
(A) 0 (B)  $\sigma/2$  (C)  $\sigma$  (D)  $2\sigma$  94 機械

45. 圖示有一連結器用插銷連結，承受 1000N 的拉力，插銷容許剪力為 10 MPa，則插銷直徑應為多少？

(A) 4 (B) 8 (C) 11.3 (D) 17.8 mm

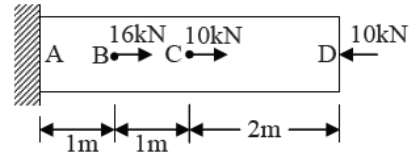


46. 若材料之體積彈性係數與楊氏係數之比為 5:6，則剪割彈性係數與楊氏係數之比為 (A)5:6 (B)6:5 (C)5:9 (D)9:5 (E)5:13



47. 右圖之版截面，受一垂直軸力  $P=540\text{N}$ ，則在與垂直面成  $30^\circ$  的 AB 截面上的正向應力為多少 MPa？二技機械  
(A)0.8493 (B)0.45  
(C)0.20 (D)0.08

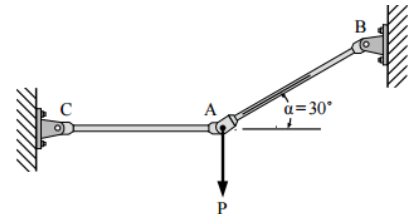
48. 一 4 m 長鋼製桿件，彈性係數  $E=210\text{GPa}$ ，斷面積  $A=1800\text{ mm}^2$ ，如圖示。承受三個軸向力，除左端固定外，桿件上有某一位置無位移，該位置離固定端多少距離？



- (A)3.2m (B)3.4m (C)3.6m (D)3.8m

49. 由兩桿所組成的簡單構架，如右圖所示，在 A 點 承受垂直負荷  $P$ 。已知兩桿材料相同， $\alpha=30^\circ$ ，若兩桿承受的應力值相等，不計桿重量，則桿 AB 的截面積( $A_{AB}$ )與桿 AC 的截面積( $A_{AC}$ )的比值  $A_{AB}/A_{AC}$  為多少？ 104 統測機械

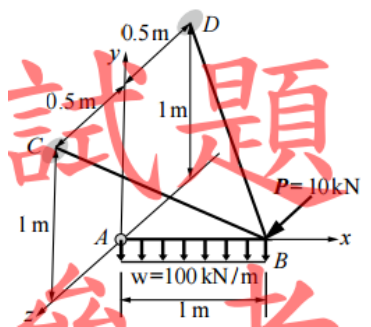
- (A)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  (B)  $\frac{2}{\sqrt{3}}$  (C)  $\frac{1}{2}$  (D) 2 104 統測機械



50. 材料的蒲松氏比 0.25、剪力彈性係數 48GPa，體積彈性係數為多少 GPa？104 統測機械  
(A) 20 (B) 40 (C) 60 (D) 80

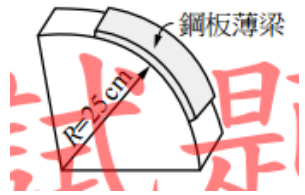
51. 如圖所示，桿件 AB 之端點 A 為球窩支撐，B 點繫有 BC 與 BD 二繩。AB 受 100 kN/m 之垂直均佈荷重，B 點沿 z 軸方向受  $P=10\text{kN}$  之作用力。求 A 點之支撐反力為何？ 104 統測土木

- (A)  $A_x=50\text{ kN}$ ,  $A_y=50\text{kN}$ ,  $A_z=0\text{ kN}$   
(B)  $A_x=50\text{ kN}$ ,  $A_y=75\text{kN}$ ,  $A_z=-10\text{ kN}$   
(C)  $A_x=70\text{ kN}$ ,  $A_y=50\text{kN}$ ,  $A_z=10\text{ kN}$   
(D)  $A_x=75\text{ kN}$ ,  $A_y=50\text{kN}$ ,  $A_z=0\text{ kN}$



52. 有一鋼板原為平直薄板，長為 15cm，寬為 1.5cm，厚度為 0.1cm。將其壓於半徑  $R=25\text{cm}$  圓弧面上，材料仍保持線彈性，如圖示。則鋼板薄梁之最大應變為何？104 統測土木

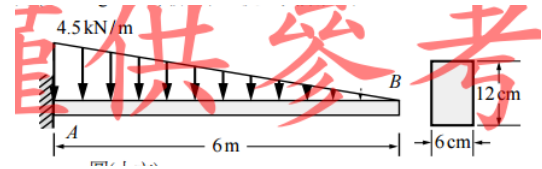
(A) 0.06 (B) 0.004 (C) 0.002 (D) 0.03



53. 承上題，若鋼材之楊氏模數  $E=2 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ ，則鋼板薄梁外表面最大應力為多少？(A)  $4000\text{kgf/cm}^2$  (B)  $6000\text{kgf/cm}^2$  (C)  $8000\text{kgf/cm}^2$  (D)  $12000\text{kgf/cm}^2$  104 統測土木

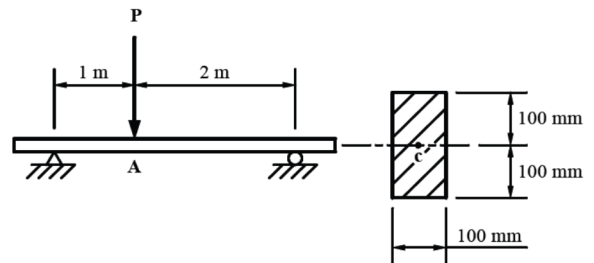
54. 如圖懸臂梁 AB 自重  $1.5\text{kN/m}$ ，承受三角形載重，則下列敘述何者正確？104 統測土木

- (A) 最大彎矩發生在 A 處，其數值為  $27 \text{ kN-m}$   
 (B) 最大剪力發生在 B 處，其數值為  $22.5 \text{ kN}$   
 (C) 最大彎曲應力發生在 A 處，其數值為  $18.75\text{kN/cm}^2$   
 (D) 最大彎曲應力發生在 A 處，其數值為  $37.5\text{kN/cm}^2$



55. 有一斷面為矩形之簡支梁，受到一集中負荷  $P$  之作用，當  $P=3\text{kN}$  時，不計梁自重則此梁內最大彎曲應力為多少 MPa？

(A) 3 (B) 6 (C) 24 (D) 48



## 應力與應變

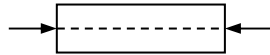
### ■ 外力、內力與應力

1. 外力：作用於物體外部的力量
2. 內力：承受外力的材料，其內部產生一大小相等、方向相反、作用在同一直線上力量，以維持平衡；此乃根據牛頓\_\_\_\_\_
3. 應力：單位面積所受的內力，以  $\sigma$  (拉應力、壓應力) 或  $\tau$  (剪應力)

### ■ 應力、外力、內力的分類

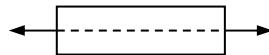
1. 壓力：大小相等、方向相對

單位：kg、N、lb



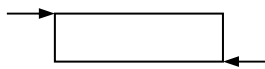
2. 拉力：大小相等、方向相背

單位：kg、N、lb



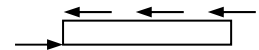
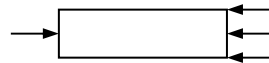
3. 剪力：大小相等、方向相反、作用面平行

單位：kg、N、lb



4. 應力：

單位：kg/cm<sup>2</sup>、lb/in<sup>2</sup>、N/m<sup>2</sup>



5. PA=

MPA=

GPA=

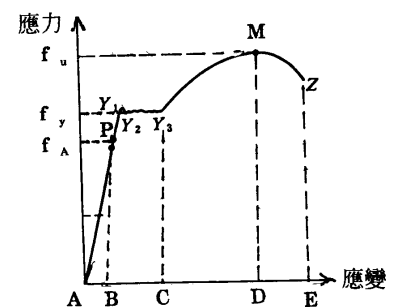
### ■ 應力公式 $\sigma = \frac{P}{A}$

1. 應力方向受力面積垂直
2. 載重的作用線，必需通過斷面的形心且構件的軸線一致

例：有一長度為 400 mm，橫截面積為 100 mm<sup>2</sup> 的金屬棒，受 20 kN 的拉力作用時，則該金屬棒所受的張應力為何？(A) 200Pa (B) 200 kPa (C) 20MPa (D) 0.2GPa 107 機械群

### ■ 彈性

1. 彈性：材料受外力作用，其外形與體積均生變化，外力除去後，材料仍恢復原來形狀稱之
2. 彈性可分為：
  - (1) 完全彈性體：能完全恢復原來形狀的材料
  - (2) 部份彈性體：僅能局部恢復原來形狀的材料
  - (3) 彈性限度；材料受力後能恢復原狀之應變最大限



### ■ 變形量 $\delta$

$$\delta = \frac{PL}{AE}$$

## 應力與應變

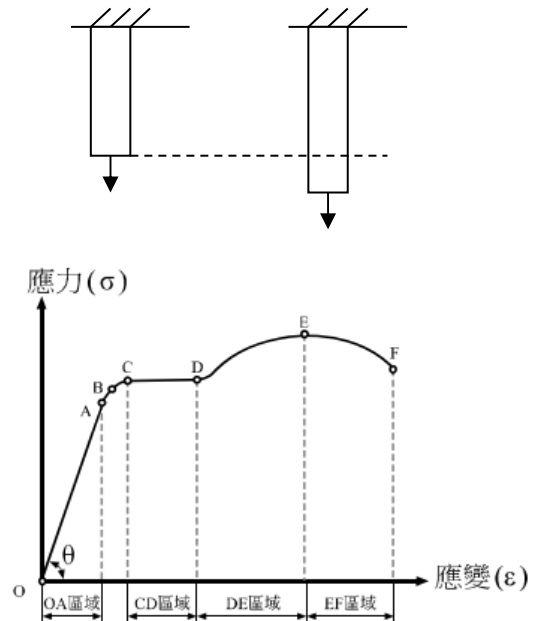
■ **應變**；受力材料單位長度的變形量(以符號  $\varepsilon$  表示)

$$\varepsilon = \frac{L' - L}{L} = \frac{\delta}{L} \quad (\text{無單位})$$

### ■ 例題

1. 如圖所示為低碳鋼拉伸試驗所得的應力-應變圖，下列有關該圖的敘述，何者正確？ **108 機械群**

- (A) A 點為應力與應變成比例的最大值，A 點稱為彈性限度，OA 區域稱為彈性區  
(B) C 點應力為降伏應力，CD 區域為完全塑性區  
(C) E 點為應力最大值，稱為破壞應力或破壞強度，EF 區域為應變硬化區  
(D) 夾角  $\theta$  符合虎克定律，其值稱為彈性係數



2. 兩重量相等且同材質 A、B 圓形截面鋼棒，A 鋼棒長度為 B 鋼棒的 2 倍，若受同樣拉力作用，則下列有關鋼棒伸長量的敘述何者正確？ **105 統測機械**

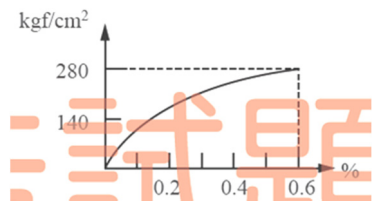
- (A) A 鋼棒伸長量與 B 鋼棒伸長量相等 (B) A 鋼棒伸長量為 B 鋼棒伸長量的 2 倍  
(C) A 鋼棒伸長量為 B 鋼棒伸長量的 4 倍 (D) A 鋼棒伸長量為 B 鋼棒伸長量的 8 倍

3. 下列何者不是結構桿件之斷面內力

？(A)反力 (B)彎矩 (C)剪力 (D)扭矩

4. 有一邊長皆為 150mm 之正方體混凝土試體，經抗壓試驗至破壞後的應力-應變圖如圖所示，則此混凝土試體破壞時承受多少力？ **101 統測土木**

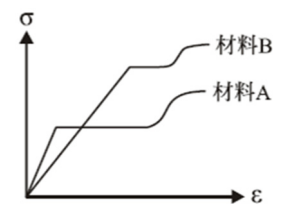
- (A) 28000 kgf (B) 39000 kgf (C) 42000 kgf (D) 63000 kgf



5. 摩擦力可視為一種：(A)壓力 (B)彎矩 (C)剪力 (D)張力。

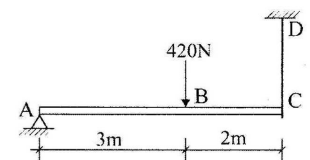
6. 兩材料由拉力試驗後得  $\sigma$ - $\varepsilon$  曲線，如圖所示，試問下列敘述何者錯誤？

- (A)材料 A 的降伏強度較小 (B)材料 B 的極限強度較大  
(C)材料 A 的比例限度較小 (D)材料 B 的彈性係數較大。



7. 如圖所示梁 AC 桿重不計，A 端為鉸支承，CD 為鋼繩，鋼繩直徑為 2mm，試求在圖示載重作用下，CD 繩所承受之應力為何？

- (A) 80.2 Mpa (B) 80.2 Gpa (C) 8.02 Mpa (D) 8.02 Gpa。



8. (D) 有一簡支梁承受均佈載重，則梁內部產生所有應力的種類有？

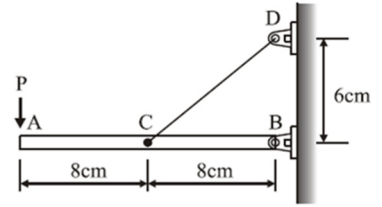
- (A)壓應力 (B)拉應力  
(C)拉應力與壓應力 (D)拉應力、壓應力與剪應力。

## 應力與應變

9. 一均勻且截面積為  $50 \text{ mm}^2$  之拉伸試驗試棒，當負載從  $0 \text{ N}$  增加到  $3000 \text{ N}$ ，試棒在受拉力的  $100 \text{ mm}$  長度範圍內伸長了  $0.03 \text{ mm}$ ，且材料變形仍在比例限內，則此試棒材料之彈性係數  $E$  為多少？**101 統測機械**

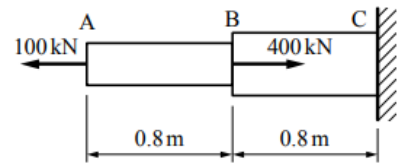
(A)  $1 \times 10^5 \text{ N/mm}$  (B)  $1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$   
(C)  $200 \text{ GPa}$  (D)  $200 \text{ Mpa}$

10. 如圖所示， $A$ 、 $B$  為刚性桿，以鋼索  $C$ 、 $D$  支持，承受負荷  $P$ ，若鋼索之截面積為  $20 \text{ mm}^2$ ，容許拉應力  $\sigma_t = 0.2 \text{ GPa}$ ，則負荷之安全值為何？  
(A)  $500 \text{ N}$  (B)  $860 \text{ N}$  (C)  $1050 \text{ N}$  (D)  $1200 \text{ N}$ 。



11. 有一長度  $400 \text{ mm}$ ，橫截面積為  $100 \text{ mm}^2$  金屬棒，受  $20 \text{ kN}$  拉力作用，則該金屬棒所受的張應力為何？**107 機械群**

(A)  $200 \text{ Pa}$  (B)  $200 \text{ kPa}$   
(C)  $20 \text{ MPa}$  (D)  $0.2 \text{ GPa}$



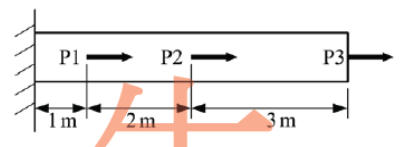
12. 有一鋼桿承受軸向力情況如圖所示，其中  $AB$  段截面積  $500 \text{ mm}^2$ ， $BC$  段截面積  $600 \text{ mm}^2$ ，鋼的彈性係數為  $200 \text{ GPa}$ ，則此桿的總變形量為多  $\text{mm}$ ？(伸長為正、縮短為負)**107 機械群**

(A)  $1.2$  (B)  $1.6$   
(C)  $-1.2$  (D)  $-1.6$

13. 一實心圓形斷面之鑄鐵材料，承受  $125 \text{ kN}$  的壓力負載，若其極限應力為  $900 \text{ MPa}$ ，安全因數為  $9$ ，則其直徑應為多少  $\text{mm}$ ？**99 統測機械**

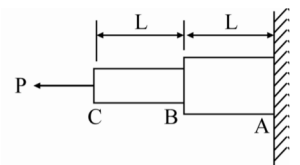
(A)  $16$  (B)  $25$  (C)  $32$  (D)  $40$

14. 有一均質結構桿件承受軸向負荷  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ，其中  $P_1 = P$ 、 $P_2 = 2P$ 、 $P_3 = 3P$ ，如圖所示，桿件截面積  $A$ ，彈性模數  $E$ ，則桿件受力後的伸長量是多少？(100 年統測機械)



(A)  $\frac{25P}{EA}$  (B)  $\frac{6P}{EA}$   
(C)  $\frac{3P}{EA}$  (D)  $\frac{9P}{EA}$

15. 右圖鋼桿受到軸向拉力  $P$ ，此鋼桿由兩段長度相等但斷面不同圓柱鋼桿組成。 $AB$  段的斷面積是  $BC$  段的兩倍，將此兩段圓柱鋼桿長度各減半，受到相同軸向拉力作用下，則軸向的總變形量與原先總變形量比值是多少？



**99 統測機械** (A)  $1$  (B)  $0.75$  (C)  $0.5$  (D)  $0.25$

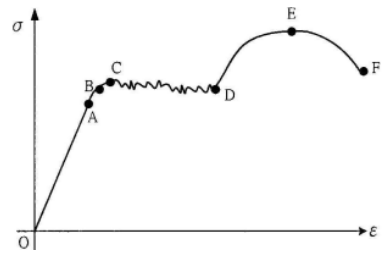
16. 一桿件長  $2.5 \text{ m}$ ，橫截面積  $200 \text{ mm}^2$ ，材料彈性係數為  $250 \text{ GPa}$ ，若受到軸向拉力  $20 \text{ kN}$  後，桿件最終長度為多少  $\text{mm}$ ？**103 統測機械**

(A)  $2501$  (B)  $2502$  (C)  $2503$  (D)  $2504$

## 應力與應變

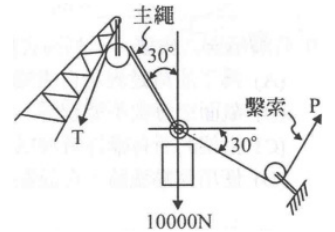
17. 圖為軟鋼試驗棒做抗拉試驗之應力-應變，下列敘述何者錯誤？

- (A) OA 段為直線，其斜率稱為彈性係數，若斜率越陡材料越易變形
- (B) B 點為無永久變形時之最大應力
- (C) C 點至 D 點之應變通常為比例限度所生應變之 10~15 倍
- (D) C 點之強度稱為降伏強度。【96-5】



18. 如圖所示，建築工地以一吊車吊升 10000N 重的鋼筋至高樓層，另以圓形斷面的繫索牽引鋼筋到所要的定點，若繫索的抗拉強度為 216.65MPa，安全係數取 1.2，試求繫索徑至少應為多少？

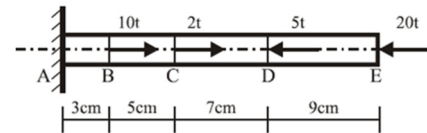
- (A) 5mm (B) 6mm (C) 8.4mm (D) 10.5mm。



19. 邊長 5cm 之方鋼棒受軸力如圖所示，楊氏係數

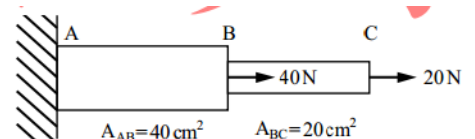
$E = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ，試求 CD 段之變形量？

- (A) 伸長 0.0033cm (B) 縮短 0.0033cm
- (C) 伸長 0.033cm (D) 縮短 0.033cm。



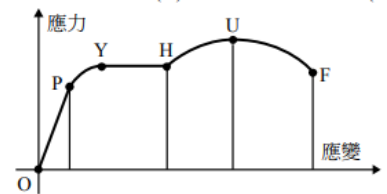
20. 如圖所示之 AB 及 BC 桿件，該桿件於 B 點及 C 點分別承受 40N 和 20N 之作用力，各段材料的剖面面積為  $A_{AB} = 40 \text{ cm}^2$ ， $A_{BC} = 20 \text{ cm}^2$ ，下列敘述何者正確？103 統測土木

- (A) AB 桿件及 BC 桿件所受之應力相等
- (B) AB 桿件所受之應力較大
- (C) BC 桿件所受之應力較大
- (D) AB 桿件與 BC 桿件剖面面積不同，無法比較

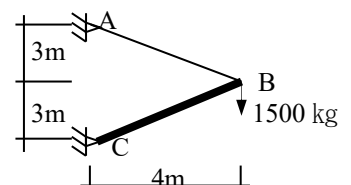


21. 將一軟鋼材料測試棒夾持於拉力試驗機上，進行拉力試驗，由實驗數據得到如圖所示的應力-應變圖，則在圖中的哪一段為【頸縮現象】？106 統測機械

- (A) OP (B) PH (C) HU (D) UF

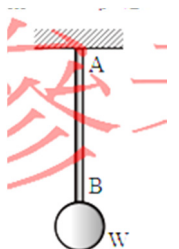


22. 如右圖所示，AB 為繩索、BC 為桿，支持一 1500 kg 之荷重。繩索的截面積為  $10 \text{ cm}^2$ ，桿的斷面積為  $25 \text{ cm}^2$ ，試求 AB 及 BC 的應力？



23. 如圖所示之一根正方形斷面構件 AB，承受垂直向下  $W = 800 \text{ N}$  之軸向負荷，若構件內應力不允許超過  $200 \text{ N/cm}^2$ ，試求此構件 AB 的斷面邊長至少應為何值？

- (A) 4cm (B) 3cm (C) 2cm (D) 1cm 101 統測土木



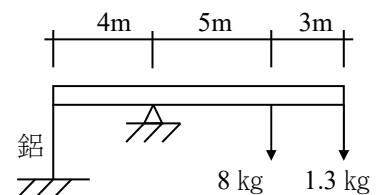
## 應力與應變

24. 有甲乙兩種均質彈性材料，分別製成等長及等斷面積的拉桿，甲材料的彈性模數是乙的兩倍，若對二桿施加相同的拉力，則伸長量甲：乙為？  
(A)4:1 (B)2:1 (C)1:1 (D)1:2 97 二技

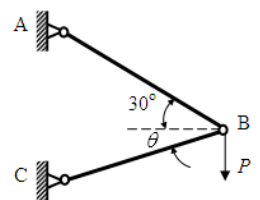
25. 方形鋼棒長 2m，斷面  $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ ，進行單軸拉力試驗得到拉斷荷重為  $3.5 \times 10^6\text{ N}$ ，則此鋼棒的拉斷應力約為：96 二技  
(A)35MPa (B)70 MPa (C)175 MPa (D)350 MPa

26. 同一均質材料製作甲乙兩根圓桿，甲的長度是乙的兩倍，但甲的斷面直徑是乙的一半，若對兩施以相同的拉力，則兩桿的應力甲：乙為？  
(A)4:1 (B)2:1 (C)1:1 (D)1:2 97 二技

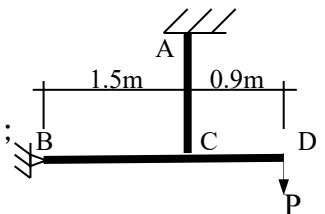
27. 右圖所示，以一正方形鋁桿用來支撐此一結構，鋁棒的容許應力為  $1260\text{ kg/cm}^2$ ，不計桿重時，則鋁桿的邊長為？ (A)0.04 (B)0.02 (C)0.1 (D)0.12 cm



28. 如圖所示之二桿簡單桁架，AB 桿件與水平線之交角為  $30^\circ$ ，BC 桿件與水平線之交角為  $\theta$ ，其中  $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 。下列有關  $\theta$  角度與桿件軸力關係之敘述，何者不正確？101 統測土木  
(A)當  $\theta = 0^\circ$  時，AB 桿件之軸力較 BC 桿大  
(B)當  $\theta = 30^\circ$  時，AB 與 BC 桿件之軸力絕對值相等  
(C)當  $\theta = 60^\circ$  時，AB 桿件之軸力仍較 BC 桿大  
(D)當  $\theta = 90^\circ$  時，AB 桿件之軸力較 BC 桿小

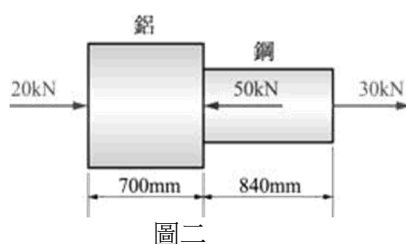
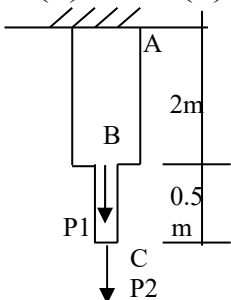


29. 右圖所示之構件，B、C 為鉸點，如 AB 桿之截面積為  $100\text{ cm}^2$ ，其產生的應力為  $20\text{ kg/cm}^2$ ，試求 P 力大小？  
(A)900 (B)1000 (C)1250 (D)1350 kg



30. 圖一中，AB 桿斷面積  $5\text{ cm}^2$ ，BC 桿面積  $2.5\text{ cm}^2$ ，受力後 B 點下移  $0.4\text{ cm}$ ；C 點下移  $0.5\text{ cm}$ ，試求 AB 段與 BC 段的應變？  
(A)  $\epsilon_{AB} = 0.001$   $\epsilon_{BC} = 0.002$  (B)  $\epsilon_{AB} = 0.002$   $\epsilon_{BC} = 0.001$   
(C)  $\epsilon_{AB} = 0.001 = \epsilon_{BC}$  (D)  $\epsilon_{AB} = 0.002 = \epsilon_{BC}$

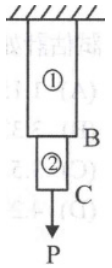
31. 如圖二之受力情形，若鋁桿的斷面積為  $2000\text{ mm}^2$ ，鋼桿之斷面積  $1000\text{ mm}^2$ ，鋁之彈性係數為  $70\text{ GPa}$ ，鋼之彈性係數為  $210\text{ GPa}$ ，試求兩桿之總變形量？  
(A)0.22 (B)0.12 (C)0.10 (D)0.02 mm



圖二

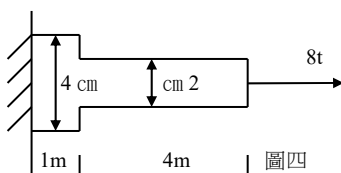
## 應力與應變

32. 如右圖所示為一長  $L_1$ ，斷面積  $A_1$ ，彈性模數  $E_1$  之①桿連接於一長  $L_2$ ，斷面積  $A_2$ ，彈性模數  $E_2$  之②桿。今承受一軸向負荷作用後，桿中  $B$ 、 $C$  二點的軸向變位分別為

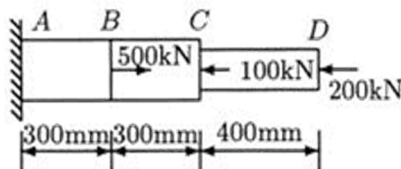


$\Delta B$  與  $\Delta C$ ，若  $\frac{L_1}{L_2} = 2$ 、 $\frac{A_1}{A_2} = \frac{3}{2}$ 、 $\frac{E_1}{E_2} = \frac{4}{9}$ ，則  $\frac{\Delta B}{\Delta C}$  為

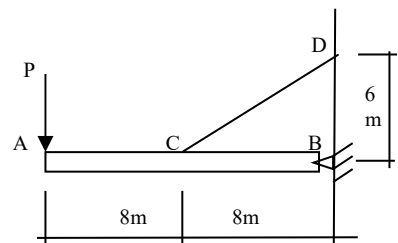
- (A)  $\frac{3}{4}$  (B)  $\frac{4}{3}$  (C)  $\frac{3}{7}$  (D)  $\frac{7}{3}$ 。【97-2】
33. 軟鋼之工程應力—應變曲線之敘述何者正確？  
 (A) 比例限度內，應力與應變呈正比 (B) 曲線之最高點為降伏應力點  
 (C) 斷裂點之應力較極限應力高 (D) 頸縮發生在降伏應力點
34. 金屬材料承受拉力作用，當外力去除後，不會產生永久變形的最大應力界限，稱為  
 (A) 比例限度 (B) 彈性限度 (C) 降伏應力 (D) 極限應力
35. 棒長 1.5m，其橫截面為長 75mm，寬 50mm 之矩形，若承受軸向張力 900kN 後，軸向伸長 3mm，試求此棒之彈性係數？ (A) 12GPa (B) 120GPa (C) 12MPa (D) 120MPa
36. 一正方形桿，承受 9000 kg 的拉力，若此桿材料的容許拉應力不能超過  $1000 \text{ kg/cm}^2$ ，試求此桿的邊長至少需若干？ (A) 9 cm (B) 3 cm (C) 2 cm (D) 6 cm
37. 同長度及彈性係數之 A、B 圓棒，若作用於 A 之力為 B 的一半，且 A 之直徑為 B 的 2 倍，則 A 圓棒變形量為 B 圓棒變形量之 (A)  $1/8$  倍 (B)  $1/2$  倍 (C) 2 倍 (D) 8 倍
38. 有甲、乙兩桿件，甲桿彈性模數  $E_1$ 、斷面積  $A_1$ ，長度  $L_1$ 。乙桿彈性模數  $E_2$ 、斷面積  $A_2$ ，長度  $L_2$ ，若  $A_1 = 2A_2$ ， $E_2 = 4E_1$ ，在相同拉力  $P$  作用下，欲使二桿伸長量相同，則  $L_1/L_2$  之值為多少？  
 (A) 2 (B) 0.5 (C) 2.5 (D) 3
- 101 台電甄試
39. 一中空圓柱之外徑為 5mm，內徑為 3mm，承受 6280N 之壓力，試求其壓應力？
40. 圖四鋼板，厚為 1 cm，板自由端受 8t 的拉力，若鋼板的彈性係數為  $2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ，則自由端的伸長量為？ (A) 6 mm (B) 8 mm (C) 9 mm (D) 12 mm
41. 圖五所示鋼桿受力情形，AC 段之斷面積為  $400 \text{ mm}^2$ ，CD 段為  $200 \text{ mm}^2$ ，若彈性係數  $E = 200 \text{ GPa}$ ，則 AB 段之應變為 (A)  $1.25 \times 10^{-3}$  (B)  $2.5 \times 10^{-3}$  (C)  $3.75 \times 10^{-3}$  (D)  $5 \times 10^{-3}$
42. 如圖六所示，AB 為一剛性桿，以一鋼索 CD 繫於牆上，並承受一負荷  $P$ ，若鋼索之截面積為  $200 \text{ mm}^2$ ，容許拉應力  $s = 200 \text{ MPa}$ ，試求此負荷  $P$  之安全值  
 (A) 4000 (B) 6000 (C) 8000 (D) 12000 N



圖四



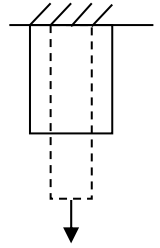
圖五



圖六

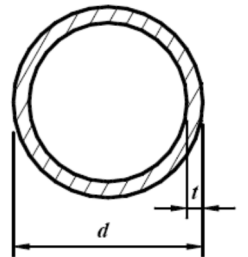
## ■ 容許應力與安全係數

1. 延性材料  $\sigma_w = \sigma_y / n$
2. 脆性材料  $\sigma_w = \sigma_u / n$
3. 安全係數必大於 1



## ■ 蒲松比與蒲松數

1. 縱應變(軸向應變)  $\delta / L$
  2. 橫應變  $= b / D$
  3. 蒲松比  $\mu = -\text{橫應變} / \text{縱應變}$
  4.  $\mu$  值介於  $0 \leq \mu \leq 1/2$  一般  $\mu$  值介於  $1/3 \sim 1/4$  之間
  5. 蒲松比的倒數稱為蒲松數
43. 有關應力或應變的相關敘述，下列何者正確？ **108 機械群統測**
- (A) 正方形截面的桿件受 100 N 拉力作用，截面每邊長 20 mm，則桿件所受的張應力為 250 kPa  
 (B) 就延性材料而言，安全因數為極限應力與容許應力的比值  
 (C) 原始長 200 mm 的圓桿，受軸向壓力作用後，長度變 198 mm，則此桿的軸向應變為 - 0.01 mm  
 (D) 蒲松氏比為橫向應變與縱向應變的比值，其值介於 0.5 與 1 之間
44. 脆性材料的容許應力以安全係數除以脆性材料之何者而得？
- (A) 比例限度 (B) 彈性限度 (C) 降伏應力 (D) 極限應力
45. 下列敘述何者正確？ **106 土建群統測**
- (A) 蒲松比為蒲松數 (B) 蒲松比一般介於 0.5 至 1 之間  
 (C) 蒲松數一般介於 0 至 0.5 之間 (D) 蒲松數有可能是 3
46. 有一半徑 2.5 cm，長 100 cm 的圓棒，受軸向的拉力作用後，軸向伸長 0.2 cm，若蒲松比  $\mu$  為 0.2，則直徑的收縮量為：
- (A) 0.001 cm (B) 0.002 cm (C) 0.004 cm (D) 0.008 cm **97 統測**
47. 結構設計時，為顧及結構的安全性，通常不使用其實際之強度作為設計強度。當使用延展性材料時，其安全係數定義為降伏應力與容許應力之比。今設計一直徑 2 cm 的圓形鋼桿，容許承受拉力為 5000 kgf，已知降伏應力為  $\frac{7500}{\pi}$  kgf / cm<sup>2</sup>，則其安全係數為：
- (A) 1.5 (B) 1.7 (C) 2.1 (D) 2.5 **98 統測**
48. 一中空斷面的鋼管，其斷面如右圖所示，已知鋼管的降伏應力為 200 MPa，當其承受軸向壓力載重  $P = 1000$  kN 時，若取安全因數為  $N = 1.5$  來避免降伏，且鋼管管壁厚  $t$  為外徑  $d$  的  $1/6$ ，則此鋼管的外徑  $d$  應為多少 mm？ **98 二技**
- (A) 40.2 (B) 50.3 (C) 82.5 (D) 130.6 mm



49. 一長為 30 cm 均質金屬的橫斷面，面積為 5 cm<sup>2</sup>，受拉力 5000 kg 後伸長量為 0.005 cm，求該

## 應力與應變

桿的彈性模數為？

- (A)  $6.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  (B)  $1.5 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  (C)  $4.86 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  (D)  $1.67 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

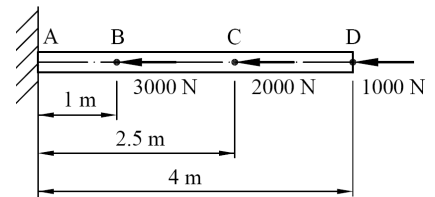
50. 一等向性均質彈性拉桿之彈性係數為  $E = 240 \text{ GPa}$ ，斷面積為  $4 \text{ cm}^2$ ，軸向長度為  $1.2 \text{ m}$ 。若要使該桿軸向伸長  $2 \text{ mm}$ ，則應施加的軸向力為：**96 統測**

- (A)  $1600 \text{ kN}$  (B)  $800 \text{ kN}$  (C)  $320 \text{ kN}$  (D)  $160 \text{ kN}$

51. 今有甲、乙兩桿件，甲桿件之彈性係數為  $E_1$ ，斷面積為  $A_1$ ，長度為  $L_1$ 。乙桿件之彈性係數為  $E_2$ ，斷面積為  $A_2$ ，長度為  $L_2$ 。若  $A_1 = 4A_2$ ， $E_2 = 2E_1$ ，在相同軸向拉力  $P$  作用下，欲使兩桿件之伸長量相同，則  $L_1 / L_2$  之值為何？(A) 1.0 (B) 1.5 (C) 2.0 (D) 2.5 **95 統測**

52. 一等截面圓桿，其截面積為  $100 \text{ mm}^2$ ，彈性係數  $E$  為  $200 \text{ GPa}$ ，其受力情形如下圖所示，則點 C 會向左偏移多少  $\text{mm}$ ？**95 統測機械**

- (A) 0.25 (B) 0.375 (C) 0.525 (D) 0.6



53. 一受軸向力作用的桿件，下列敘述何者為真？

- (A) 桿件斷面積愈大，產生的應變愈大 (B) 彈性係數愈大，應變愈大  
(C) 桿件愈長，應變愈大 (D) 應力愈大，應變愈大

54. 依虎克定律，拉桿作拉伸試驗時，桿之伸長量與下列何者成正比？

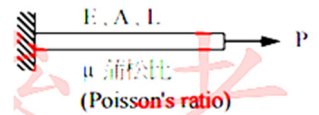
- (A) 彈性係數及拉力 (B) 桿長及拉力 (C) 拉力及斷面積 (D) 桿長及斷面積

55. 在鋼料之拉伸試驗中，其彈性係數可在

- (A) 比例限度 (B) 彈性限度 (C) 降伏應力 (D) 極限應力 範圍內求出

56. 右圖所示桿件一端為固定端，另一端為自由端，於自由端受一拉力作用，在微小變形及彈性範圍內，下列敘述何者正確？**103 統測土建**

- (A) 由  $\delta = EA/PL$  得知，若系統將桿件假設為一彈簧，則其彈力係數  $K = EA/L$   
(B) 由  $\delta = EA/PL$  得知，若系統將桿件假設為一彈簧，則其彈力係數  $K = EA$   
(C) 若蒲松比  $\mu = 0.5$ ，則桿件受拉力後體積變大  
(D) 若蒲松比  $\mu = 0$ ，則桿件受拉力後體積變小



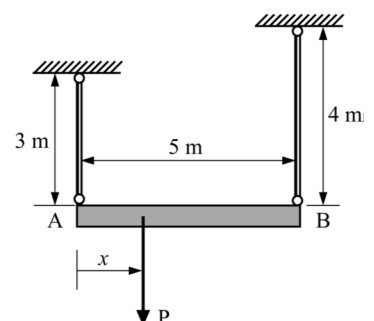
57. 一長為  $l$ ，半徑  $r$  的鋼棒，承受軸向壓縮負載後，其半徑成為  $(r + a/2)$ ，長度為  $l - b$ ，則圓

- 棒的蒲松比為若干？(A)  $\frac{2ab}{rl}$  (B)  $\frac{2la}{rb}$  (C)  $\frac{la}{2rb}$  (D)  $\frac{ab}{2rl}$

58. 有一圓柱承受壓縮負為  $10000 \text{ N}$ ，圓柱的極限強度為  $800 \text{ N/cm}^2$ ，安全係數為 4 時，圓柱直徑

- 為應？(A)  $\frac{\sqrt{40}}{\pi}$  (B)  $\frac{\sqrt{30}}{\pi}$  (C)  $\frac{\sqrt{20}}{\pi}$  (D)  $\frac{\sqrt{10}}{\pi}$ 。

59. 如圖示，不計重量之剛性桿 AB 長  $5 \text{ m}$ ，兩端懸於垂直桿上，使 AB 桿



## 應力與應變

成水平，A 點之黃銅桿長 3m，斷面積為  $1\text{ m}^2$ ，彈性係數  $E_{cu} = 1.05 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ ；B 點鋼桿為長 4m 之，斷面積為  $0.5 \text{ m}^2$ ，彈性係數  $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 。若距離 A 點 X 處有一垂直力 P，則 X 的距離為何，方能使 AB 桿保持水平？98 統測

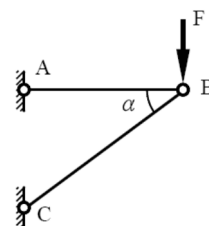
- (A) 1.524 m (B) 2.143 m (C) 2.925 m (D) 3.525 m

60. 有一長 100 cm，橫斷面為直徑 5 cm 之圓形金屬桿，承受 6000 kgf 之拉力後伸長 0.003 cm，則該金屬桿之彈性係數 E 為：97 統測

- (A)  $2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$  (B)  $1.05 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$   
(C)  $0.7 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$  (D)  $1.02 \times 10^7 \text{ kgf/cm}^2$

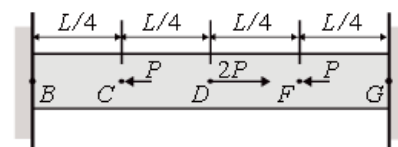
61. 下圖所示之簡單構架，在 B 承受垂直負荷 F，已知桿件 AB 與 BC 的材料相同，斷面積比為 1：2，欲使兩桿件內部承受的應向應力相等，則  $\cos \alpha$  值應為多少？

- (A) 0.25 (B) 0.33 (C) 0.50 (D) 0.67 97 統測機械

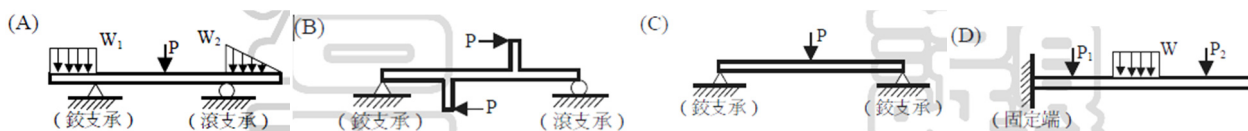


62. 如圖所示，一均勻桿件長 L，斷面積為 A，楊氏模數為 E，二端固定，於 D 點受一向右大小為 2P 之力，於 C、F 二點各受一向左大小為 P 之力作用，則 D 點位移為多少？(向右為正)

- (A)  $\frac{PL}{4AE}$  (B)  $\frac{PL}{2AE}$  (C)  $\frac{PL}{AE}$  (D)  $\frac{2PL}{AE}$  102 統測土木



63. 各種梁的荷重如下列各圖所示，其中 P、 $P_1$  與  $P_2$  為集中荷重，W 與  $W_1$  為均佈荷重， $W_2$  是均變荷重，則下列何者為靜不定梁？97 統測



## ■ 多向應力與應變

$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$	作用的應力			應變值
	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	
X 軸之應變	軸向應變 $\frac{\sigma_x}{E}$	側向應變 $-\mu \cdot \frac{\sigma_y}{E}$	側向應變 $-\mu \cdot \frac{\sigma_z}{E}$	$\epsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)]$
Y 軸之應變	$-\mu \cdot \frac{\sigma_x}{E}$	軸向應變 $\frac{\sigma_y}{E}$	側向應變 $-\mu \cdot \frac{\sigma_z}{E}$	$\epsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)]$
Z 軸之應變	$-\mu \cdot \frac{\sigma_x}{E}$	$-\mu \cdot \frac{\sigma_y}{E}$	軸向應變 $\frac{\sigma_z}{E}$	$\epsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)]$

■ 當三軸向承受相同的應力時  $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \sigma$   $\epsilon_x = \epsilon_y = \epsilon_z = \frac{\sigma(1-2\mu)}{E}$

■ 水中物體受水壓 P 的作用  $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = -P$

$$\epsilon_x = \epsilon_y = \epsilon_z = \frac{-P(1-2\mu)}{E}$$

64. 一正方形截面的鋁棒，長度 100 cm 邊長 1 cm，受軸向拉力作用後變長變細，其拉力軸向長度增加為 1 cm，若蒲松氏比為 0.25，在材料比例限度內，則鋁棒體積改變量的敘述，下列何者最正確？ 105 統測機械

- (A) 增加 0.25 cm<sup>3</sup> (B) 減少 0.25 cm<sup>3</sup>  
(C) 減少 0.5 cm<sup>3</sup> (D) 增加 0.5 cm<sup>3</sup>

65. 一直徑為 1 m 之圓球體放入深海中，受水壓壓縮後仍保持圓球體但直徑減少了 10 cm，則其體積應變為：(A) - 0.413 (B) - 0.314 (C) - 0.271 (D) - 0.100 94 統測

66. 有一均質等方向性之正六面體，各邊長為 L，楊氏係數為 E，蒲松比為 0.25，若此正六面體之六面均受張應力 P 作用且在彈性範圍內時，則其體積彈性係數為： 106 統測土建群

- (A)  $\frac{E}{3}$  (B)  $\frac{2E}{3}$  (C)  $\frac{EL}{3}$  (D)  $\frac{E\dot{L}}{3}$

67. 有一材料 E 值為  $2.0 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>， $\mu=0.2$ ，受  $\sigma_x$  與  $\sigma_y$  作用，沿 X 軸與 Y 軸分別產生應變為  $1.0 \times 10^{-5}$ 、及  $2.0 \times 10^{-5}$ ，試求  $\sigma_x$  與  $\sigma_y$  與之值？並求  $\epsilon_z$  之值？

68. 當材料承受相互正交之三軸向均為  $\sigma$  之拉應力，材料蒲松比為  $\mu$ ，彈性係數為 E，則任一軸向應變值均為？ 91 統測

- (A)  $\sigma(1+2\mu)/E$  (B)  $\sigma(1-2\mu)/E$   
(C)  $\sigma(1-3\mu)/E$  (D)  $\sigma(1+3\mu)/E$

69. 若材料之蒲松氏比為  $\mu$ ，同時承受 x 及 y 方向之應力為  $\sigma_x$  與  $\sigma_y$ ，則 z 方向之應變為

- (A)  $\frac{\sigma_x}{E} - \mu \frac{\sigma_y}{E}$  (B)  $\frac{\sigma_y}{E} - \mu \frac{\sigma_x}{E}$  (C)  $-\mu \frac{\sigma_x + \sigma_y}{E}$  (D)  $-\mu \frac{\sigma_x - \sigma_y}{E}$

70. 有一均質、等向、線彈性材料之圓柱，圓截面積為  $2.0 \times 10^4$  mm<sup>2</sup>，承受軸向壓縮負荷為  $5.0 \times 10^5$  N。設材料之彈性係數為 25.0 GPa、蒲松比為 0.3，則此時在直徑方向之應變為：

- (A)  $-3.0 \times 10^{-4}$  (B)  $+3.0 \times 10^{-4}$  (C)  $-1.0 \times 10^{-3}$  (D)  $+1.0 \times 10^{-3}$  108 土建群統測

71. 某預力鋼腱內含 12 股鋼絞線，每股鋼絞線之斷面積為 1 cm<sup>2</sup>。設鋼絞線之拉力強度為 1800 MPa，若使用安全係數 1.5，則此預力鋼腱之容許拉力為： 94 統測

- (A) 1500 kN (B) 1440 kN (C) 1320 kN (D) 1200 kN

## 應力與應變

72. 均質材料之剛性模數以公制表示為  $84000 \text{ kgf/cm}^2$ ，若改以其他單位表示，下列何者最接近？

- (A)  $840000 \text{ psi}$  (B)  $84000 \text{ N/mm}^2$   
(C)  $8400 \text{ MPa}$  (D)  $840 \text{ kN/m}^2$  **94 統測**

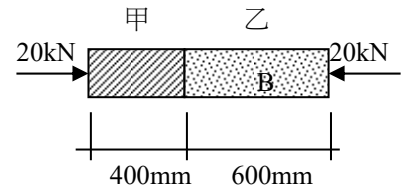
73. 某混凝土構造中有一斷面  $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$  之方形柱，已知其需承擔  $160000 \text{ kgf}$  之軸向壓力，若使用安全係數  $n=2$ ，則該混凝土的強度至少需為？

- (A)  $400 \text{ kgf/cm}^2$  (B)  $300 \text{ kgf/cm}^2$   
(C)  $200 \text{ kgf/cm}^2$  (D)  $100 \text{ kgf/cm}^2$  **93 統測**

74. 如右圖，甲、乙二種材料組成一桿，斷面積為  $100 \text{ mm}^2$ ，甲的  $E$

值為  $200 \text{ GPa}$ ，乙的  $E$  值為  $150 \text{ GPa}$ ，桿的二端施以  $20 \text{ kN}$  下，該桿的總縮短量為？

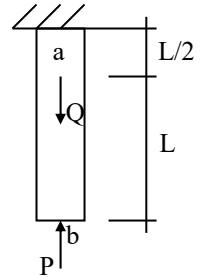
- (A)  $2.0 \text{ mm}$  (B)  $1.2 \text{ mm}$  (C)  $1.0 \text{ mm}$  (D)  $0.8 \text{ mm}$  **93 統測**



75. 右圖之軸力桿件，斷面積為  $A$ ，彈性係數  $E$ ，軸向負荷  $Q$  與  $P$  分別作用在  $a$  與  $b$  點，欲使  $b$  的位移量為  $0$  時，則  $Q:P$ ？(A)  $1:2$  (B)  $2:1$  (C)  $1:3$  (D)  $3:1$

76. 有一截面積為  $60 \text{ cm}^2$ 、長  $30 \text{ cm}$  之均勻鋼棒，承受一軸向拉力  $60000 \text{ kg}$  之作用。設蒲松比為  $0.2$ ，彈性模數  $E = 2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ，則其側向應變為：

- (A)  $0.0002$  (B)  $0.002$  (C)  $-0.0001$  (D)  $-0.0002$  **91 統測**



77. 蒲松比之定義為：**101 台電新進人員甄試**

- (A) 軸向應力／側向應力 (B) 側向應力／軸向應力  
(C) 側向應變／軸向應變 (D) 軸向應變／側向應變

### ■ 體積應變 $\epsilon_v$ 與體積彈性係數 $E_v$

$$\text{體積應變 } \epsilon_v = V' / V = \epsilon_x + \epsilon_y + \epsilon_z = (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) \frac{(1 - 2\mu)}{E}$$

$$\text{當 } \sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \sigma \text{ 時，體積彈性係數 } E_v = \sigma / \epsilon_v = \frac{E}{3(1 - 2\mu)}$$

因  $\mu < 1/2$  所以  $E_v$  必為正值

### ■ 剪力彈性係數(剛性係數) $G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$ $9/E = 3/G + 1/E_v$

78. 一材料受外力作用時，若各方向的應力均相等，且其各軸向應變均為  $\epsilon$ ，則其體積應變約為(A)  $2\epsilon$  (B)  $3\epsilon$  (C)  $\epsilon^2$  (D)  $\epsilon^3$

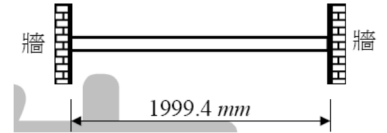
79. 有一均質、等向、線彈性材料之圓形截面的桿件，長為 50 cm，截面直徑為 4 cm，在桿件兩端分別承受一均勻軸向拉力  $2000\pi$  kgf 的作用，長度增加 0.04 cm，截面直徑縮短 0.0008 cm，則該桿件之剛性模數  $G$  為：**108 土建群**  
 (A)  $625000 \text{ kgf/cm}^2$  (B)  $250000 \text{ kgf/cm}^2$   
 (C)  $50000 \text{ kgf/cm}^2$  (D)  $500 \text{ kgf/cm}^2$
80. 有一  $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$  混凝土塊，其楊氏係數  $E=10\text{GPa}$ ，蒲松比  $\mu=0.18$ ，則此混凝土的體積彈性係數約為？(A) 3.68 GPa (B) 5.21 GPa (C) 10 GPa (D) 30 GPa
81. 有一立方體鋼塊，各方向承受均勻張應力  $\sigma$ ，此鋼塊的彈性係數為  $E$ ，蒲松氏比為 0.25，則其體積應變為  
 (A)  $\frac{\sigma}{2E}$  (B)  $\frac{\sigma}{3E}$  (C)  $\frac{2\sigma}{3E}$  (D)  $\frac{3\sigma}{2E}$
82. 若材料之蒲松氏比為 0.3，則體積彈性係數  $E_v$  與彈性係數  $E$  之關係為  
 (A)  $E_v = \frac{5}{6}E$  (B)  $E_v = \frac{6}{5}E$  (C)  $E_v = \frac{4}{5}E$  (D)  $E_v = \frac{5}{4}E$
83. 設某材料之體積彈性係數為彈性係數的  $5/6$  倍，試求此材料之蒲松氏比？  
 (A) 0.2 (B) 0.25 (C) 0.15 (D) 0.3
84. 混凝土構件斷面為  $40 \times 40 \text{ cm}$ ，已知其需承擔  $160000\text{kgf}$  之軸向壓力，若使用安全因數  $n=2$ ，則該構件混凝土強度至少需為：(A) 400 (B) 300 (C) 300 (D) 200  $\text{kgf/cm}^2$  **94 統測**
85. 有一均質等方向性材料之楊氏係數  $E=15\text{GPa}$ ，蒲松比  $\nu=0.25$ ，若材料受力在彈性範圍內，則下列關於楊氏係數  $E$ 、蒲松比  $\nu$ 、剛性模數  $G$  及體積彈性係數  $E_v$  之關係式，何者正確？  
 (A)  $G=9\text{GPa}$  (B)  $E_v=12\text{GPa}$  (C)  $G=\frac{3E_v E}{9E_v - E}$  (D)  $E=\frac{9E_v G}{G + E_v}$  **106 土建群**
86. 有一等向性均質立方體的彈性係數  $E=1000\text{MPa}$ ，蒲松氏比  $\nu=0.2$ ，僅受到  $x$  與  $y$  雙軸向應力作用後，得到  $x$  軸向的應變為  $\epsilon_x=90/E$  以及  $y$  軸向的應變為  $\epsilon_y=30/E$ ，則下列有關應力或應變的敘述何者正確？ **106 機械群**  
 (A)  $x$  軸向應力  $\sigma_x=100\text{MPa}$   
 (B)  $y$  軸向應力  $\sigma_y=30\text{MPa}$   
 (C)  $z$  軸向應力  $\sigma_z=50\text{MPa}$   
 (D)  $z$  軸向應變  $\epsilon_z=20/E$
87. 一薄鋼板，其鋼材彈性係數為  $200 \text{ GPa}$ ，蒲松比 (Poisson's ratio) 為 0.3，在  $x$ 、 $y$  及  $z$  軸三個方向的尺寸分別為  $125 \text{ mm}$ 、 $250 \text{ mm}$  及  $1 \text{ mm}$ ，當  $x$  及  $y$  方向同時分別承受張力  $50 \text{ kN}$ ，則此薄鋼板在  $z$  軸方向縮短的尺寸為多少  $\text{mm}$ ？ **101 統測機械**

## 應力與應變

- (A) 0.0006 (B) 0.0007 (C) 0.0008 (D) 0.0009

88. 對均質彈性材料而言，若  $E$  為其彈性係數， $G$  為其剪力彈性係數，則下列何者是不可能存在的？(A)  $E = 2.3 G$  (B)  $E = 2.6 G$  (C)  $E = 2.9 G$  (D)  $E = 3.2 G$

89. 有一均質材料長 2000mm，斷面積  $400 \text{ mm}^2$ ，彈性模數 200GPa，將其卡在如右圖之牆中，則桿軸向應力絕對值為？(A)40 (B)60 (C)120 (D)200 MPa

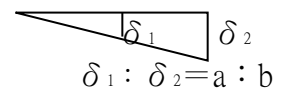
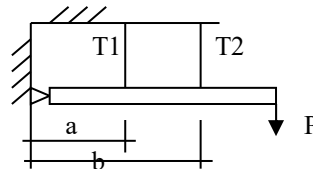


90. 一均質圓桿容許應力為 150MPa，承受 200kN 拉力，此桿最小直徑至少需？

- (A)21 (B)31 (C)42 (D)62 mm

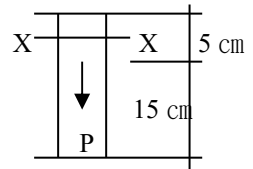
### ■ 靜不定問題

1.  $R_a = P \cdot b/L$   $\sigma_a = R_a / \text{斷面積}$   
 $R_b = P \cdot a/L$   $\sigma_b = R_b / \text{斷面積}$



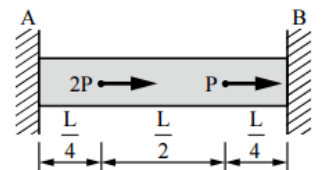
91. 右圖所示之均勻鋼棒，斷面積為  $5 \text{ cm}^2$ ， $E_s = 2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ ，求此桿在 X-X 斷面的應力為 ( $P = 3000 \text{ kg}$ )？

- (A)  $450 \text{ kg/cm}^2$  (B)  $400 \text{ kg/cm}^2$  (C)  $350 \text{ kg/cm}^2$  (D)  $300 \text{ kg/cm}^2$



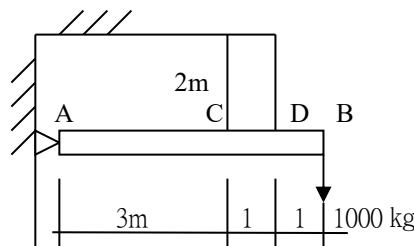
92. 如圖所示，A、B 兩端固定，桿件軸向剛度為  $EA$ ，受到圖示力量之作用，試求 A 端的反力  $R_A$  為何？105 統測土建群

- (A)  $2P$  (B)  $\frac{7P}{4}$  (C)  $\frac{5P}{4}$  (D)  $P$



93. 右圖中各索斷面積均為  $1 \text{ cm}^2$ ， $E_s = 2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  當  $P = 1000 \text{ kg}$  時，求 C 索的應力及變形量？

- (A)  $\sigma_c = 300 \text{ kg/cm}^2$   $\delta_c = 0.03 \text{ cm}$   
 (B)  $\sigma_c = 600 \text{ kg/cm}^2$   $\delta_c = 0.06 \text{ cm}$   
 (C)  $\sigma_c = 800 \text{ kg/cm}^2$   $\delta_c = 0.08 \text{ cm}$   
 (D)  $\sigma_c = 900 \text{ kg/cm}^2$   $\delta_c = 0.09 \text{ cm}$



## 應力與應變

94. 某材料之彈性係數  $E = 200 \text{ GPa}$ ，剪割彈性係數  $G = 80 \text{ GPa}$ ，則其蒲松氏比  $\mu$  為：

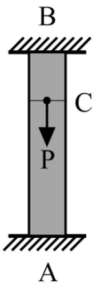
- (A) 0.2 (B) 0.25 (C) 0.3 (D) 0.35 **95 統測機械**

95. 有一等向性材料，對於彈性模數  $E$ 、剪力模數  $G$ 、蒲松比  $\nu$  三者之描述，下列何者為真？

- (A)  $0.5 \leq \nu \leq 1$  (B)  $E/3 \leq G \leq E/2$  (C)  $G/3 \leq E \leq G/2$  (D)  $E = 2(1+\nu)G$  **90 二技**

96. 如圖所示，有一均質且等向性的桿件 AB，兩端固定，桿件斷面積為  $5 \text{ cm}^2$ 。若忽略桿件自重，且有一未偏心的軸向力  $P = 1000 \text{ kgf}$  作用在桿件 AB 內部的 C 點，其中 C 點距離 B 點 5 cm，C 點距離 A 點 15 cm，則此時 A 點承受多少力？ **98 統測土建**

- (A) 250 kgf (B) 500 kgf (C) 750 kgf (D) 1000 kgf



97. 有一正方體，其材料之彈性模數  $E = 210000 \text{ kgf/cm}^2$ ，波松比  $\nu = 0.2$ ，若此正方體承受單向拉應力  $\sigma = 150 \text{ kgf/cm}^2$ ，則此正方體受力變形後之體積與原體積之比值為：**91 二技**

- (A) 1.000857 (B) 1.00100  
(C) 1.000571 (D) 1.000428

98. 已知一材料之彈性模數  $E = 210000 \text{ kgf/cm}^2$ ，波松比  $\nu = 0.2$ ，則此材料之剪力模數  $G$  為：

- (A) 87500 kgf/cm<sup>2</sup> (B) 131250 kgf/cm<sup>2</sup> (C) 75000 kgf/cm<sup>2</sup> (D) 175000 kgf/cm<sup>2</sup> **91 二技**

99. 下列有關靜不定問題之敘述，何者不正確？ **108 土建群**

- (A) 一般建築結構中的鋼筋混凝土柱，在求其軸向變形時，屬靜不定問題  
(B) 圖①在合成桿軸向受力變形一致性之靜不定問題，彈性係數大的材料承受應力較大  
(C) 圖②在固定桿變形一致性之靜不定問題，離外負荷施力點距離較遠之端點反作用力較大  
(D) 圖③在變形量呈正比之靜不定問題，C 桿件之受力最大

