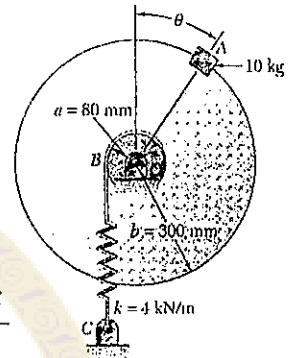


請注意本考卷包括(一)選擇題與(二)申論計算題兩部份，其中第 1-10 題為選擇題，第 11-15 題為申論計算題。請於試卷內之「非選擇題作答區」依序作答，並應註明作答之部份及題號。

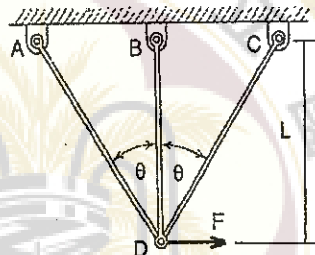
(一)選擇題

以下有 10 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。

- 右圖結構中，當 $\theta = 0$ 時彈簧未伸長受力，此時假設固定於圓盤之質量塊 A 能隨著圓盤在 $\pm 180^\circ$ 間移動，請問以下敘述何者正確？
 (A)彈簧受力與 θ 成正比 (B) $\theta = 0$ 為一穩定平衡位置
 (C)此結構系統有兩個平衡位置 (D)此結構系統有兩個穩定平衡位置
 (E)此結構系統沒有穩定平衡位置



- 針對右圖三同樣材質與截面桿件結構及其受力 F，以下敘述何者錯誤？
 (A)此為一靜不定結構
 (B)三桿件皆會受力
 (C)各桿件的應變能密度相同
 (D)各桿件的應變能與其體積有關
 (E)外力所作的功等於三桿件的總應變能



- 令樑的彎矩如圖 3.1 者為正。某樑承受如圖 3.2 的外力，請選出可能的彎矩圖。

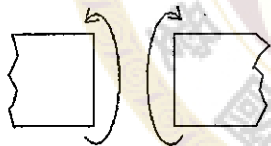
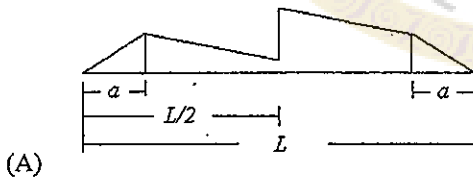


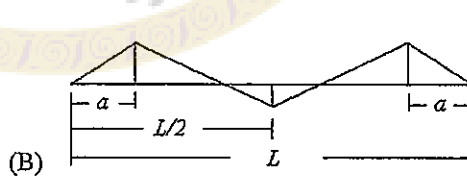
圖 3.1



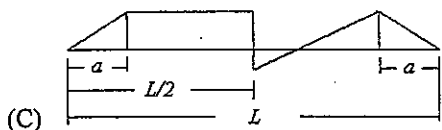
圖 3.2



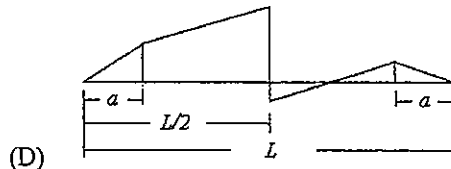
(A)



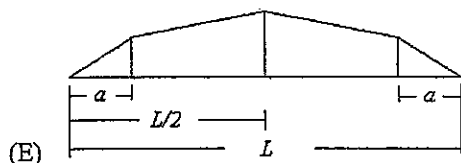
(B)



(C)



(D)



(E)

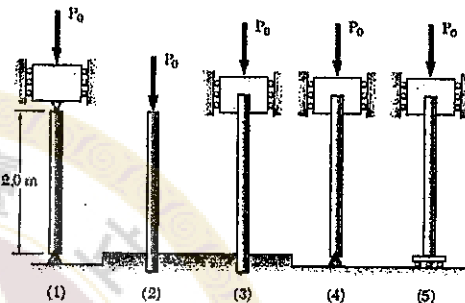
見背面

4. 針對上題之樑及受力，以下敘述何者正確？

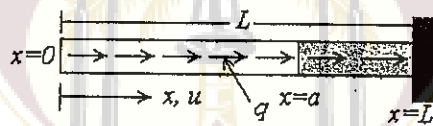
- (A) 以結構而言，其為對稱結構
- (B) 兩支撐點所受到的反力相同
- (C) 兩支撐點所受到的彎矩為零
- (D) 樑中間因受集中彎矩，致變形曲率不連續
- (E) 當所受 M 達某特定值時，兩支撐點可能受到大小相等、方向相反的垂直反力

5. 以彈性穩定性而言，右圖五根長柱中，何者最不穩定？

- (A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4 (E) 5



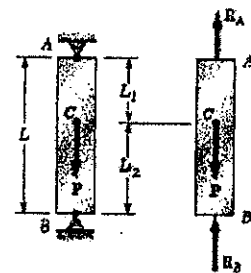
6. 下圖結構係由兩根相同截面但不同材料的桿件接合而成。已知承受軸向力桿件的位移 $u(x)$ 必須滿足 $\frac{d}{dx} \left(EA \frac{du}{dx} \right) + q(x) = 0$ 的方程式，其中 E 為 Young's modulus， A 為截面積。若左側與右側桿件的軸向位移分別以 u_L 與 u_R 表示，Young's modulus 分別以 E_L 與 E_R 表示，則在 $x=a$ 處的接合面須滿足何種條件。



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

7. 右圖顯示一受力之靜不定柱子及該柱求解過程中所繪製的自由體圖。請問以下求解過程中那一項算式稱為 constitutive equation 較適當？

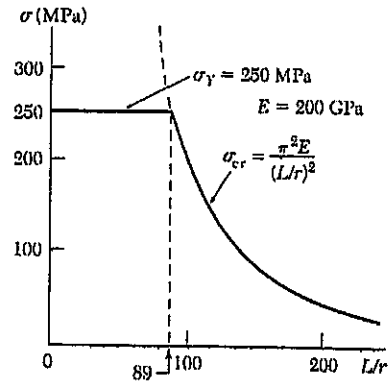
- (A) $R_A + R_B = P$ (B) $\delta_A = \frac{R_A L_1}{EA}, \delta_B = \frac{R_B L_2}{EA}$ (C) $\delta_A - \delta_B = 0$
- (D) $R_A = \frac{PL_2}{L}, R_B = \frac{PL_1}{L}$ (E) $\sigma_A = \frac{PL_2}{AL}, \sigma_B = \frac{PL_1}{AL}$



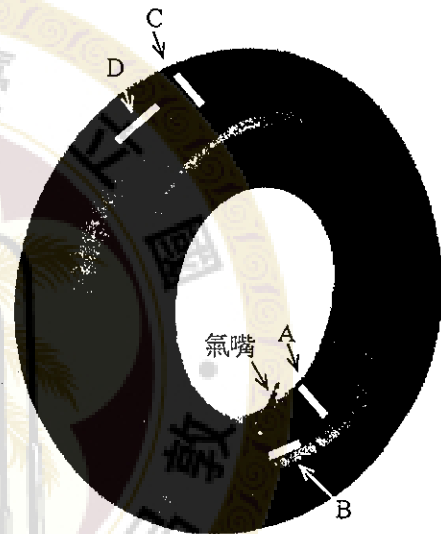
8. 承上題，請問求解過程中那一項算式稱為 compatibility equation 較適當？

- (A) $R_A + R_B = P$ (B) $\delta_A = \frac{R_A L_1}{EA}, \delta_B = \frac{R_B L_2}{EA}$ (C) $\delta_A - \delta_B = 0$ (D) $R_A = \frac{PL_2}{L}, R_B = \frac{PL_1}{L}$
- (E) $\sigma_A = \frac{PL_2}{AL}, \sigma_B = \frac{PL_1}{AL}$

9. 右圖為柱子設計時常參考的力學原理，圖中符號亦為力學領域常用到者。依據此圖，請問以下敘述何者較不正確？
- (A) L/r 表示柱子的細長比(slenderness ratio)，其中 L 表示柱長、 r 表示柱子半徑
 - (B) 細長比越大的柱子越容易產生挫曲
 - (C) 細長比低於 89 的柱子可以不考慮挫曲
 - (D) $\sigma_{cr} = \pi^2 E / (L/r)^2$ 係緣由於 Euler's formula
 - (E) 此圖只適用於柱子受壓狀態



10. 右圖為一充氣後的內胎，假設製造沒有瑕疵，且除在氣嘴附近外，胎體壁厚均勻。圖中白色線段表示該內胎可能產生裂縫的方向，請問充氣壓力過大時最容易破裂的位置為
- (A)A (B)B (C)C (D)D (E)條件不足、無法判斷



(二)申論計算題 (請注意此部份所編之題號與前一部份所編者連續)

11. 某一半導體製程在直徑 300 mm、厚度 500 μm 的矽晶圓上沈積厚度 1 μm 的某薄膜材料。假設沈積時晶圓為均勻等溫 400 $^{\circ}\text{C}$ ，且晶圓和薄膜都沒有應力 (圖 11.1)。沈積完成後，晶圓和薄膜的溫度降至室溫 25 $^{\circ}\text{C}$ ，結果發現晶圓翹曲如圖 11.2 所示。若 E 、 G 、 ν 、 α 分別代表材料的楊氏係數、剪力彈性模數、泊松比和熱膨脹係數，下標 s 和 f 分別代表晶圓和薄膜。請分別說明、申論以下各敘述是否正確：(1)室溫時薄膜沒有應力、(2)室溫時薄膜受張應力、(3) $\alpha_f > \alpha_s$ 、(4) $\nu_f > \nu_s$ 、(5) $G_f > G_s$ 、(6) $E_f > E_s$ 。(10%)

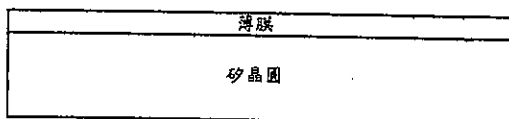


圖 11.1 沈積時的晶圓截面圖 (溫度 400 $^{\circ}\text{C}$)

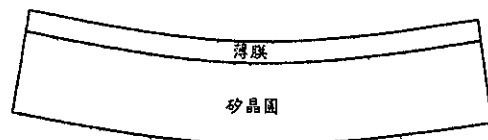
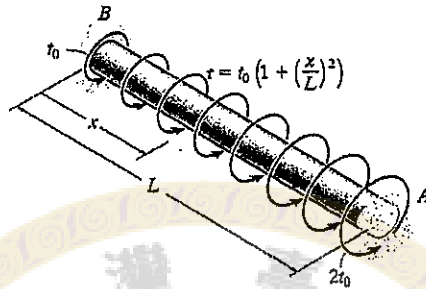


圖 11.2 降溫至 25 $^{\circ}\text{C}$ 時的晶圓截面圖

12. 一半徑為 c 的軸 AB 受到一分布扭矩 t 的作用， t 的函數如下圖所示、單位為 $N \cdot m/m$ 。若軸的兩端固定，求固定端點 A 和點 B 的支撐反作用力(reactions)。(10%)



13. 一微小應變規(strain gage)貼在一薄壁圓柱壓力容器表面量測應變(圖 13.1 與圖 13.2)。該容器直徑為 250 mm、壁厚為 5 mm、楊氏係數 $E=200$ GPa、泊松比 $\nu=0.25$ 、降伏應力 $\sigma_y=30$ MPa。若量測的應變為 $\epsilon_g=100 \times 10^{-6}$ 。

- (1) 請問容器內的壓力為何？(3%)
- (2) 請畫出莫爾圓(Mohr's circle)求出主應力和最大剪應力絕對值，並請說明容器在此受力狀態是否會產生塑性變形？(7%)

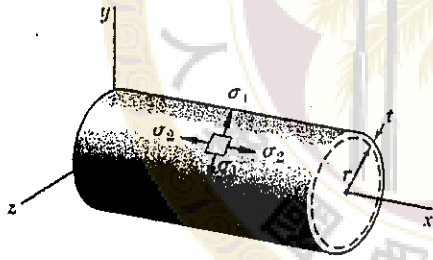


圖 13.1 薄壁壓力容器

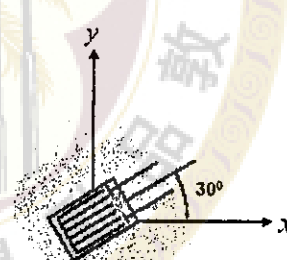
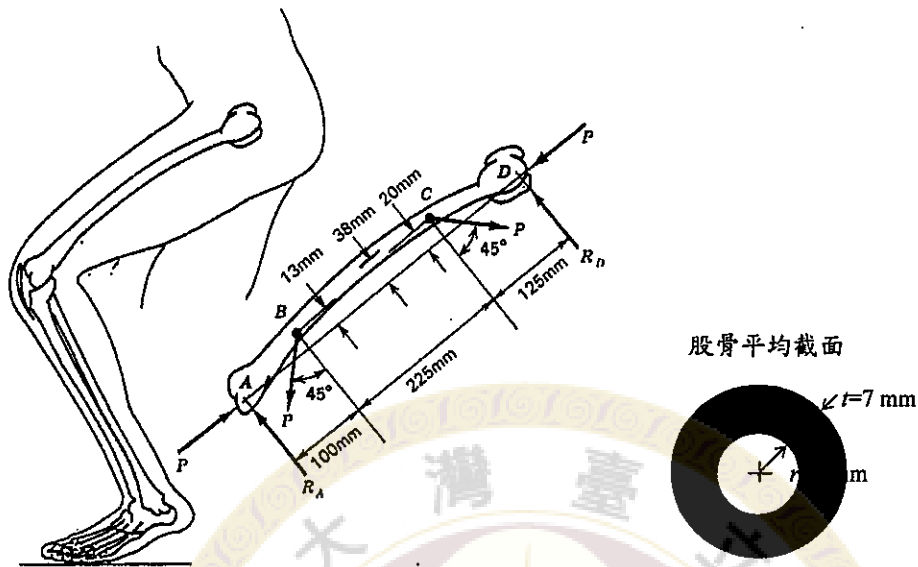


圖 13.2 應變規貼在容器表面的方向

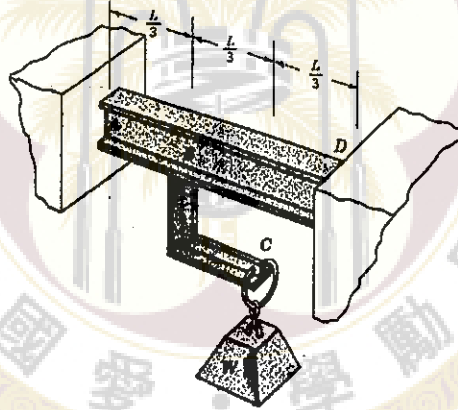
14. 下面中間的圖係以材料力學顯示如圖左、人在上樓梯時肌肉作用在大腿骨(股骨)上的力，主要包括四個大小相等但方向不同的力量 P 作用其上，

- (1) 請決定在 A 與 D 處的反力 R_A 與 R_D (以 P 的倍數作答)。(2%)
- (2) 請畫出剪力與彎曲力矩圖(shear force and bending moment diagrams)。(10%)
- (3) 如果股骨的極限強度(ultimate strength)為 120 MPa (彈性模數為 15 GPa)，請問 P 可以達到多大而不會骨折？骨頭的截面可簡化為如右下圖所示的同心圓(半徑與壁厚各約 7mm)。請詳細說明你用到的其它假設。(8%)

接次頁



15. 下圖顯示一根兩端完全固定的橫樑以特殊方式支撐著一個重 W 的物體，該主橫樑的楊氏係數為 E 、截面慣性矩為 I ，請算出 B 點位移。未畫自由體圖(free body diagram)者扣除一半的分數。(10%)



試題隨卷繳回