

等 別：高考二級  
類 科：機械工程  
科 目：機械設計學  
考試時間：2 小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

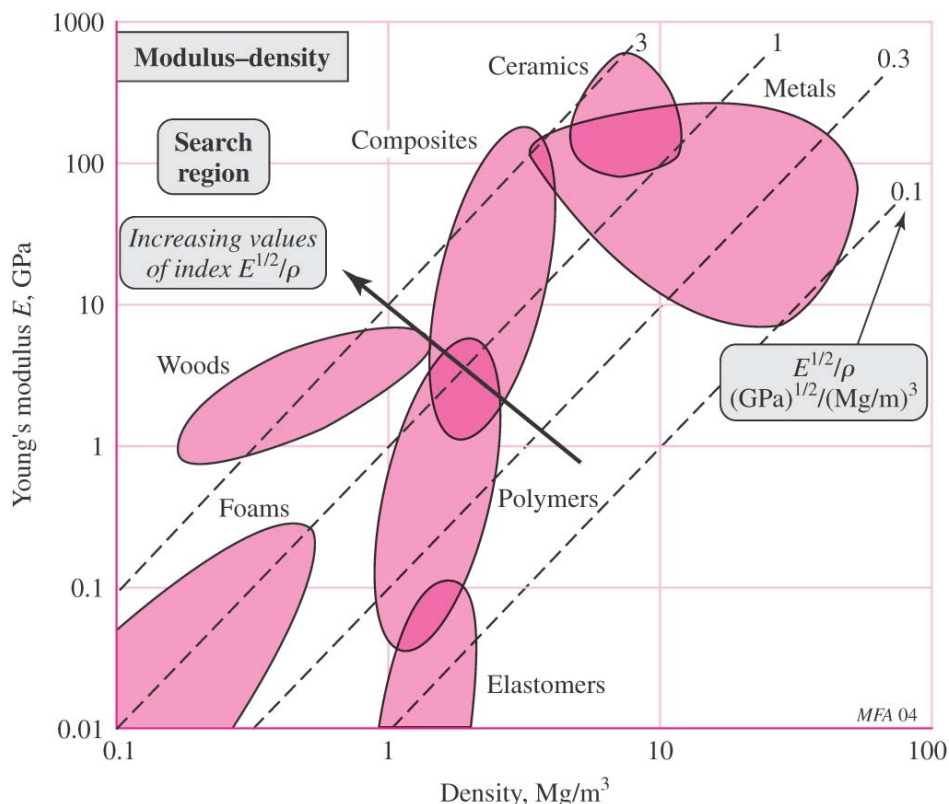
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在申論試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

一、在設計時若結構重量是重要的性能參數（如飛機、車輛等運輸工具的設計），選用材料之種類就為重要的設計決定。假設今有一懸臂樑結構，截面為正方形面積  $A$ ，長度為  $L$ ，承受自由端之集中載重  $P$ ，其容許之自由端撓曲變形為已知設計規範  $\delta$ 。

(一)試推導設計時選用材料之  $(\sqrt{E}/\rho)$  為最大時，結構之重量為最輕，其中  $\rho$  為材料質量密度， $E$  為材料楊氏係數。（15 分）

(二)參考附圖，此結果如何說明木材與其他材料相比，在此考量下是很好的飛機結構材料？（10 分）



二、如圖所示為一 AISI 1020 製之托架結構（降伏強度  $S_y=210\text{ MPa}$ ），以 3 支 M12×1.75

螺栓（降伏強度  $S_y=420\text{ MPa}$ ）鎖固於一支撐鋼材結構上，圖中尺寸單位為 mm，設

計負載為 12.0 kN，若不計摩擦，試根據下列考量計算設計時之安全係數：

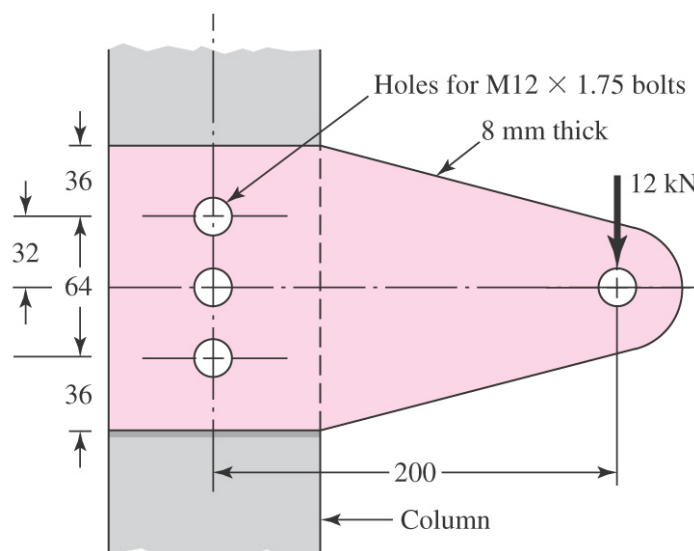
(一)螺栓剪斷（shearing）。（5 分）

(二)螺栓承壓（bearing）。（5 分）

(三)托架孔承壓。（5 分）

(四)托架結構彎曲（bending）。（5 分）

(五)整體考量。（5 分）



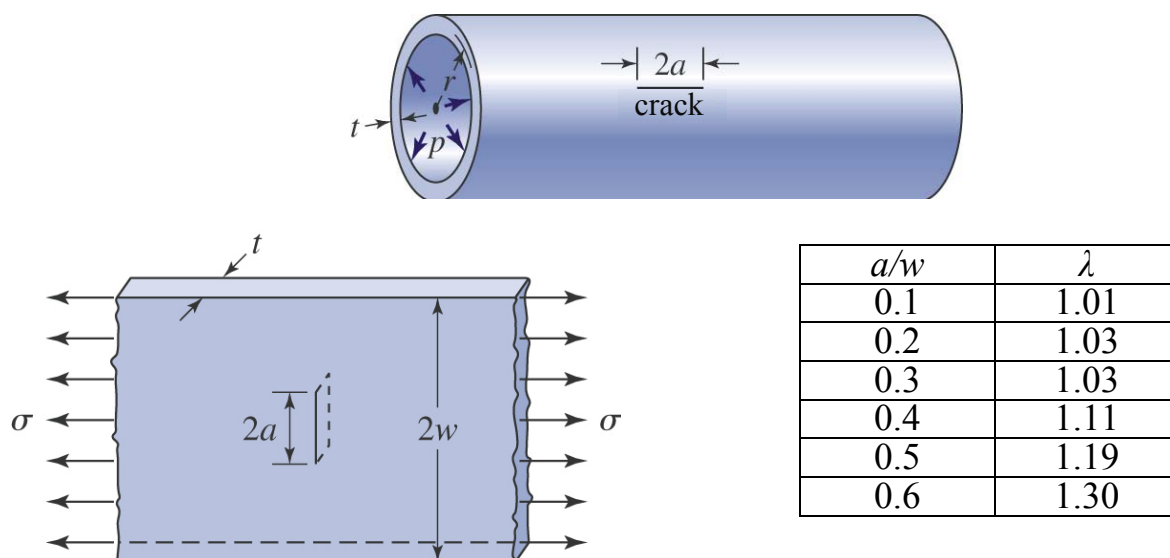
三、如圖所示之 AISI 4340 薄壁鋼管，半徑  $r = 25 \text{ mm}$ 、壁厚  $t = 4 \text{ mm}$ ，承受內部壓力  $p$ ，材料之降伏強度  $S_y = 1503 \text{ MPa}$ 、破裂韌性 (fracture toughness)  $K_{Ic} = 59 \text{ MPa}\sqrt{m}$ ，設計時之安全係數為 5.0。當以解析力為 2 mm 之非破壞型裂痕探傷儀檢測後，沒有發現任何裂痕 (crack)，試求：

(一)以最大剪應力理論 (max. shear stress theory) 計算設計所容許之最大管內壓力。

(15 分)

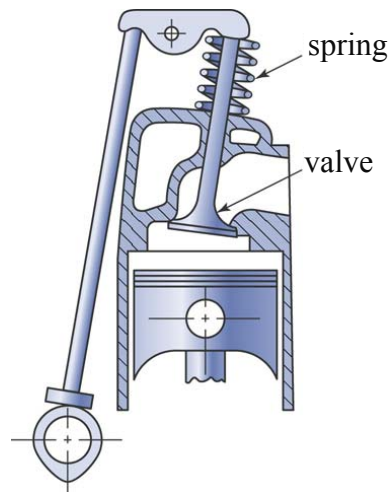
(二)以破裂力學 (fracture mechanics) 觀點，計算設計所容許之最大管內壓力。(10 分)

公式之提示： $K_I = \lambda \sigma \sqrt{\pi a}$



四、如圖所示之 OHV 引擎閥門機構，當閥門關閉時，彈簧之施力為 300 N，而當閥門開啟時，彈簧上之受力為 500 N，兩受力之間彈簧之變形行程為 8 mm，此彈簧鋼材抗剪強度  $S_{us} = 720 \text{ MPa}$ ，剪力耐久限 (shear endurance limit)  $S_{es} = 330 \text{ MPa}$ ，剪力模數  $G = 79 \text{ GPa}$ ，彈簧指數 (spring index)  $C = 6$ 。若設計時根據古德曼理論 (Goodman theory) 之安全係數為 1.6，試求：

- (一) 所需之彈簧鋼絲直徑及有效圈數 (number of active coils)。(15 分)
- (二) 螺旋壓縮彈簧設計時之顫動 (surging)，與本處之應用有何關聯？試說明其可能之影響。(10 分)



可能之公式提示：

$$\tau = K_s \frac{8PC}{\pi d^2}, \quad \tau = K_w \frac{8PC}{\pi d^2},$$

$$K_s = 1 + \frac{0.615}{C}, \quad K_w = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C},$$

$$k = \frac{dG}{8C^3 N_a}$$