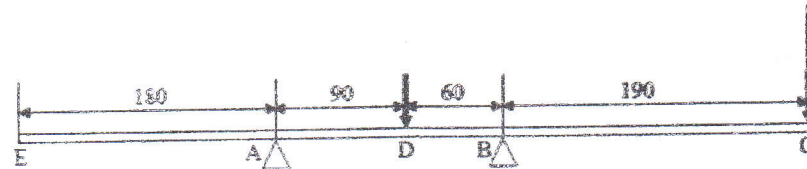


الامتحان الثاني في : البناء الميكانيكي 1

Construction Mécanique 1

Exo 1 (Condition de résistance à la torsion et à la flexion)

La broche d'une machine à centrer (en position d'usinage) est schématisée dans la figure ci-dessous.

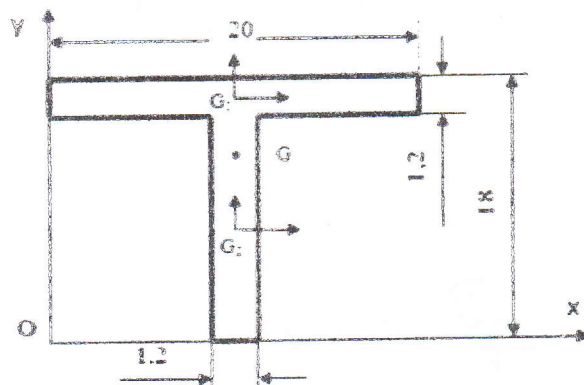


Elle tourne à une vitesse de rotation $N=400 \text{ tr/min}$ pour transmettre une puissance $P=0,55 \text{ KW}$. Les actions qui agissent sur cette broche sont : $F_c=330 \text{ N}$ et $F_d=60 \text{ N}$. La broche est en acier de la limite d'élasticité $\sigma_e=600 \text{ MPa}$.

$EA = 180 \text{ mm}$, $AD = 90 \text{ mm}$, $DB = 60 \text{ mm}$ et $BC = 190 \text{ mm}$. Le coefficient de sécurité $S=2$.

- 1- Calculez le moment de torsion ($M_t = ?$)
- 2- Calculez les réactions en A et B ($R_A = ?$, $R_B = ?$)
- 3- Calculez le moment fléchissant maximal ($M_{f_{\max}} = ?$)
- 4- Indiquez la zone dangereuse (ما هي المنطقة الخاضعة للخطر)
- 5- Calculez le diamètre de la broche pour qu'elle résiste à cette sollicitation composée en toute sécurité (احسب قطر عمود الدوران الذي يخضع للانحناء والالتواء معا)
- 6- Calculez le diamètre extérieur D de la broche si $D = 2d$ (d : diamètre intérieur de la broche)
- 7- Calculez le rapport (Poids de la broche pleine/Poids de la broche creuse) (P_p/P_c)
- 8- Que pouvez-vous conclure ? (ماذا تستنتج)
- 9- Quel type de roulement utilisé si la charge dynamique équivalente $P=600 \text{ daN}$, charge dynamique de base $C=4750 \text{ daN}$ et une durée de vie $L_h=2470531,4 \text{ min}$ (ما هي نوع المدحرجات التي تستعمل في ظل هذه الظروف)

Exo 1 : la figure ci-contre représente une pièce en forme de T. (unité : cm : سم)



- 1- Déterminer le centre de gravité G (G_x, G_y)
- 2- Calculer les moments quadratiques :
 - a) $I(G, x) = I_1(G, x) + I_2(G, x)$
 - b) $I(G, y) = I_1(G, y) + I_2(G, y)$

$$\frac{M_i}{\frac{\pi}{64} \left(\frac{15 D_e^4}{16} \right) / \frac{D_e}{2}} \leq [\sigma] \Rightarrow \frac{32 \cdot 16 \cdot M_i}{\pi \cdot 15 D_e^3} \leq [\sigma]$$

$$\Rightarrow D_e \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 16 \cdot M_i}{15 \pi [\sigma]}} \Rightarrow D_e \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 16 \cdot 6406}{15 \pi \cdot 300}}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow D_e \geq 13,24 \text{ mm}$$

① 7- Calcul du rapport (Poids de la bêche pleine: B_p)
 " " " creux: B_c

$$\frac{B_p}{B_c} = \frac{M_p \cdot g}{M_c \cdot g} = \frac{\rho \cdot V_p}{\rho \cdot V_c} = \frac{S_p \cdot L}{S_c \cdot L} = \frac{\pi d^2 / 4}{\pi (D_e^2 - d_i^2) / 4}$$

$$\frac{B_p}{B_c} = \frac{d^2}{D_e^2 - d_i^2} = \frac{12,96^2}{13,24^2 - 6,62^2} = 1,28 \Rightarrow$$

$$B_p = 1,28 \cdot B_c$$

① 8- Conclusion
 On adopte une bêche creuse pour les raisons suivantes:

- Légèreté (gain de matière, économie)
- Faible inertie

9) a) $K = 3,33$

b) Roulement $K = 13$

0,5
0,5

$$I_{G3} = \frac{\pi d^4}{64}; \quad r = \frac{d}{2}; \quad [\sigma] = \frac{\sigma_e}{s} = \frac{600}{2} = 300$$

$$[\sigma] = 300 \text{ MPa}$$

$$M_i = \sqrt{13140^2 + 62700^2} = 64062 \text{ mmN}$$

$$\frac{M_i}{\frac{\pi d^4}{64} / \frac{d}{2}} \leq [\sigma] \Rightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_i}{\pi [\sigma]}}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 64062}{\pi \cdot 300}} \Rightarrow d \geq 12,96 \text{ mm}$$

1

6. Calcul du diamètre extérieur de la broche en

condition de résistance: $\sigma_{Max} \leq [\sigma]$

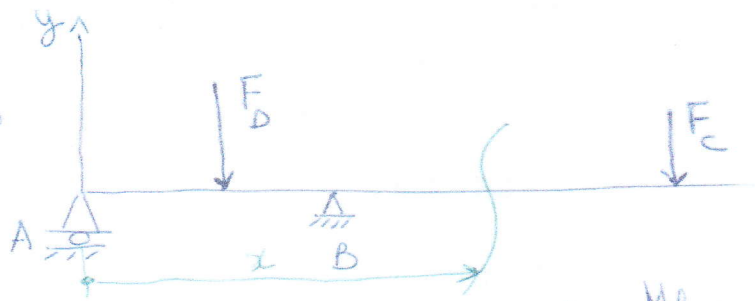
$$\sigma_{Max} = \frac{M_i}{(I_{G3}/r)}; \quad I_{G3} = \frac{\pi D_e^4}{64} - \frac{\pi d_i^4}{64} = \frac{\pi}{64} [D_e^4 - d_i^4]$$

$$r = \frac{D_e}{2} \text{ et } d_i = \frac{D_e}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{M_i}{\frac{\pi}{64} \left[D_e^4 - \left(\frac{D_e}{2} \right)^4 \right] / \frac{D_e}{2}} \leq [\sigma] \Rightarrow$$

$$\frac{M_i}{\frac{\pi}{64} \left(D_e^4 - \frac{D_e^4}{16} \right) / \frac{D_e}{2}} \leq [\sigma] \Rightarrow$$

- ① • Zone BC
 $150 \leq x \leq 340$



$$M_f = R_A \cdot x - F_D (x - 90) + R_B (x - 150)$$

$x = 150 \rightarrow M_f = -62700$
 $x = 340 \rightarrow M_f = 0$

- si on travaille à droite, on aura

$$M_f = -F_C (340 - x)$$

$x = 150 \rightarrow M_f = -62700$
 $x = 340 \rightarrow M_f = 0$

- ① • Donc $M_f = -62700 \text{ mm N}$
 M_{gx}

4. Zone dangereuse

- ① La zone dangereuse se trouve au p^t B c'est à dire
à $x = 150 \text{ mm}$

5. Calcul du diamètre de la broche

On est en présence d'une sollicitation composée
(Torsion + Flexion)

condition de résistance $\sigma \leq [\sigma]$
 M_{gx}

$$\sigma_{M_{gx}} = \frac{M_i}{(I_{Gz} / v)} ; M_i = \sqrt{M_t^2 + M_{f_{M_{gx}}}^2}$$

Exo 1

1. Calcul du moment de torsion: M_t

$$\left. \begin{array}{l} P = M_t \cdot \omega \\ \omega = \frac{n \cdot N}{30} \end{array} \right\} \Rightarrow P = M_t \cdot \frac{n \cdot N}{30} \Rightarrow M_t = \frac{30 P}{n \cdot N} = \frac{30 \cdot 550}{n \cdot 400}$$

$$\Rightarrow M_t = 13,14 \text{ mN}$$

2. Calcul des réactions en A et B

$$R_A - F_D + R_B - F_C = 0 \dots \text{eq (1)}$$

$$\sum \vec{M}_A = \vec{0} \Rightarrow -F_D \cdot 90 + R_B (60 + 90) - F_C (190 + 60 + 90) = 0$$

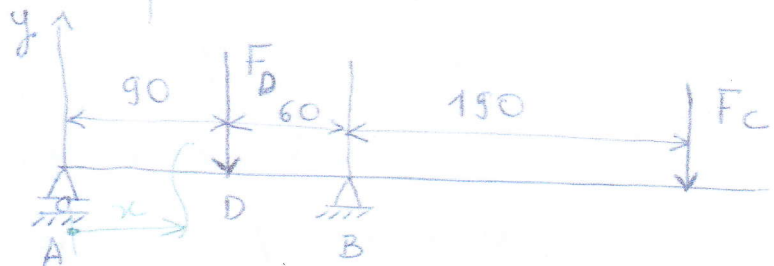
$$\Rightarrow R_B = 784 \text{ N} \quad (2)$$

$$\text{L'eq (1)} \Rightarrow R_A = -394 \text{ N} \quad (1)$$

3. Calcul du moment fléchissant

1. Zone AD

$$0 \leq x \leq 90$$



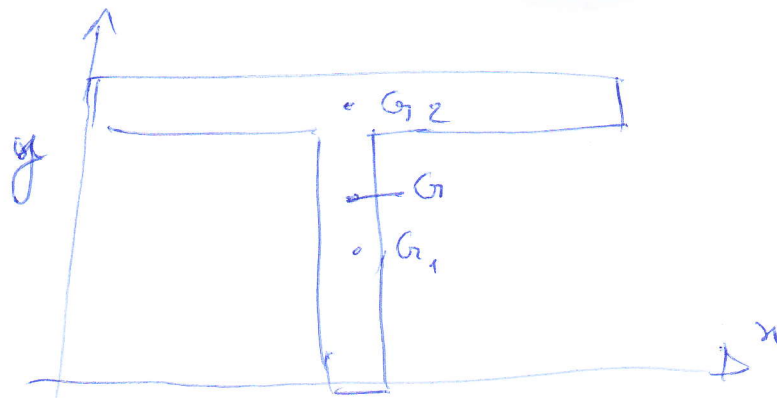
$$M_f = R_A \cdot x \quad \begin{array}{l} x=0 \rightarrow M_f = 0 \\ x=90 \rightarrow M_f = -35460 \text{ mmN} \end{array}$$

1. Zone DB

$$90 \leq x \leq (90 + 60)$$

$$M_f = R_A \cdot x - F_D (x - 90) \quad \begin{array}{l} x=90 \rightarrow M_f = -35460 \text{ mmN} \\ x=150 \rightarrow M_f = -62700 \text{ mmN} \end{array}$$

Exo 2



1) détermination du centre de gravité

$$S_1 = 1.2 \times 16 \cdot 8 = 20,16$$

$$S_2 = 1.2 \times 20 = 24$$

$$S = S_1 + S_2 = 20,16 + 24 = \boxed{S = 44,16 \text{ cm}^2}$$

$$x_G = \frac{\sum S_i \cdot x_i}{\sum S_i} = \frac{441,6}{44,16} = 10 \text{ cm}$$

$$y_G = \frac{\sum S_i \cdot y_i}{\sum S_i} = \frac{586,944}{44,16} = 13,29 \text{ cm}$$

$$G(10, 13,29) \quad \textcircled{2}$$

2) Calcul des moments quadratiques

a) $I(G, x) = I_1(G_1, x) + I_2(G_2, x)$

$$I_1(G_1, x) = I_1(G_1, x) + S_1 (y_G - y_{G1})^2 = 956,49$$

$$I_2(G_2, x) = I_2(G_2, x) + S_2 (y_G - y_{G2})^2 = 408,034$$

$$I(G, x) = 956,49 + 408,034 = \boxed{I(G, x) = 1364,52 \text{ cm}^4}$$

b) $I(G, y) = I_1(G_1, y) + I_2(G_2, y)$

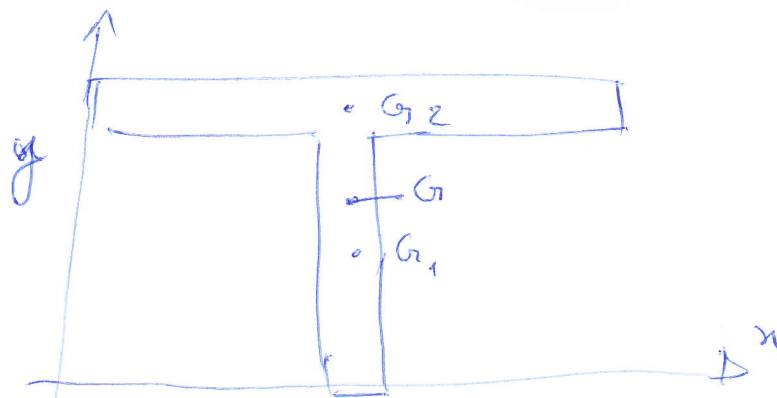
$$I(G, y) = \frac{h \cdot b^3}{12} + S_1 (x_G - x_{G1})^2 + \frac{h \cdot b^3}{12} + S_2 (x_G - x_{G2})^2$$

$$= \frac{16,8 \times (1,2)^3}{12} + \frac{1,2 \times (20)^3}{12} = 2,4192 + 800$$

$$I(G, y) = 2,4192 + 800 = \boxed{I(G, y) = 802,4192 \text{ cm}^4}$$

3

Exo 2



1) détermination du centre de gravité

$$S_1 = 1.2 \times 16 \cdot 8 = 20,16$$

$$S_2 = 1.2 \times 20 = 24$$

$$S = S_1 + S_2 = 20,16 + 24 = 44,16 \text{ cm}^2$$

$$x_G = \frac{\sum S_i \cdot x_i}{\sum S_i} = \frac{441,6}{44,16} = 10 \text{ cm}$$

$$y_G = \frac{\sum S_i \cdot y_i}{\sum S_i} = \frac{586,944}{44,16} = 13,29 \text{ cm}$$

$$G(10, 13,29) \quad (2)$$

2) Calcul des moments quadratiques

a) $I(G, x) = I_1(G, x) + I_2(G, x)$

$$I_1(G, x) = I_1(G_1, x) + S_1 (y_G - y_{G_1})^2 = 956,49$$

$$I_2(G, x) = I_2(G_2, x) + S_2 (y_G - y_{G_2})^2 = 408,034$$

$$I(G, x) = 956,49 + 408,034 = 1364,52 \text{ cm}^4$$

b) $I(G, y) = I_1(G, y) + I_2(G, y)$

$$I_1(G, y) = \frac{h \cdot b^3}{12} + S_1 (x_G - x_{G_1})^2 + \frac{h \cdot b^3}{12} + S_2 (x_G - x_{G_2})^2$$

$$= \frac{16,8 \times (1,2)^3}{12} + 1,2 \times (20)^3 = 2,4192 + 800$$

$$I(G, y) = 2,4192 + 800 = 802,4192 \text{ cm}^4$$

(3)