USTHB
Module de CM
3ème année Licence CM

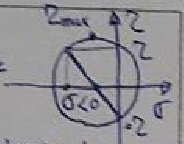
NOM , Prénom :

décembre 2016 B

INTERROGATION

♣ La section droite d'une poutre est soumise à une contrainte de compression (σ) et une contrainte de cisaillement (τ) . Par l'application du critère de Tresca-Guest, comment nous avons calculé σ_{eq} et déduit la condition de résistance : $\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \le R_p$

La section S est soumise à (σ, τ). d'après le cercle de Mohr : $\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2}$



d'après la condition de résistance de Tresca $\tau_{max} \le R_{pg}$ et en multipliant cette condition par 2, on déduit :

$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \le R_p$

0,75

♣ En sollicitation biaxiale (σ_1 et σ_2 sont principales) Quelles sont les sollicitations les plus dangereuses ?

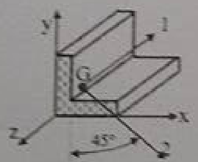
☐ $\sigma_1 > \sigma_2 > 0$ ☒ $\sigma_1 > 0$ et $\sigma_2 < 0$ ☐ $\sigma_2 < \sigma_1 \le 0$

0,25

♣ Une poutre 'cornière' de section en L symétrique est soumise à un flambage (sous l'effet d'un effort de compression) et sachant que $I_1 > I_2$. Les axes centraux principaux d'inertie 1 et 2 appartiennent au plan xy ($1 \perp 2$). la poutre flambe dans la direction de l 'axe :

☐ x
☐ y
☐ z
☒ 1
☐ 2

0,25



♣ Est-ce que les directions principales de contraintes sont fonction du chargement ?

☒ Oui ☐ Non

0,25

♣ En flexion déviée: comment déterminer la nouvelle position de l'axe neutre :

$tg\beta = \frac{Z}{Y} = \frac{M_{fz} \cdot I_{GY}}{M_{fy} \cdot I_{GZ}}$

$\Rightarrow Z = tg\beta \cdot Y$ (équation du NAN).

0,5

♣ Expliquer le principe du soudage par friction malaxage.

Un épaulement cylindrique tournant frotte sur les extrémités des surfaces des tôles à souder ; l'application d'un effort de contact, génère par frottement un échauffement suffisant portant les extrémités des tôles à une température de forge. Un pion placé à l'extrémité de l'épaulement, pénètre intimement entre les 2 tôles et malaxe la matière pateuse obtenue. 0,5

♣ Citer les différents avantages du procédé de soudage par friction rotative.

- soudage sur toute la surface de friction
- pas de métal d'apport
- pas de gaz de protection
- pas de moyen de chauffage 0,5
- soudage en quelques secondes
- soudage en phase solide (pateuse)
- exelentes propriétés mécaniques
- soudage possible entre 2 matériaux différents
- enlevement possible du bourelet en phase pateuse.

EXERCICE 1 :

Soit une liaison par emmanchement forcé entre un arbre plein et un alésage.

Caractéristiques de l'arbre :
Arbre en acier : $E_1 = 2,1 \,.\, 10^5$ N/mm² ; $\mu_1 = 0.31$;
$R_{P1} = 280$ N/mm² ; diamètre emmanché d = 60 mm ;
longueur emmanchée L = 30 mm. $\alpha_1 = 1,7 \,.\, 10^{-5}$ c^{-1}.

Caractéristiques de l'alésage :
Alésage en bronze : $E_2 = 9,2 \,.\, 10^4$ N/mm² ; $\mu_2 = 0.33$;
$R_{P2} = 200$ N/mm² ; diamètre intérieur d = 60 mm ;
diamètre extérieur D = 100 mm ;
Dilatabilité linéique $\alpha_2 = 1,7 \,.\, 10^{-5}$ C⁻¹.
Coefficient de frottement acier-bronze f = 0.25.

L'ajustement choisi est : **60 H7 s6** :

60 H7 (60^{+30}_{0}) ; 60 s6 (60^{+72}_{+53})

♣ Donner les différents écarts : ES ; EI ; es ; ei

♣ Donner les expressions des serrages S_{max} et S_{min} en fonction des différents écarts.

♣ Calculer la pression de frettage.

♣ Calculer la température de refroidissement de l'arbre pour permettre un montage libre ($T_{ambiante} = 20°c$) .

♣ A quelle position radiale, la contrainte résultante dans l'arbre est maximale ?

♣ Vérifier la résistance de l'arbre, après montage.

♣ A quelle position radiale la contrainte résultante dans l'alésage est maximale ?

♣ Vérifier la résistance de l'alésage, après montage.

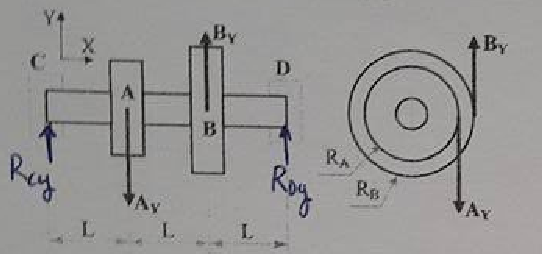
♣ Déterminer le moment transmissible par l'assemblage en prenant un coefficient de réserve d'adhérence k =2.

♣ On veut maintenant démonter l'assemblage par l'application d'un effort axial F, calculer la valeur nécessaire de cet effort.

♣ En plus des contraintes induites par le serrage 60H7s6 l'effort axial d'extraction F, calculé précédemment provoque une contrainte supplémentaire. Vérifier de nouveau la résistance de **l'arbre** pendant l'application de cet effort.

EXERCICE 2 :

Un arbre de diamètre **d = 20** mm, transmet une puissance **P = 3 KW** à une vitesse **N = 954,93** tr/mn par l'intermédiaire d'un pignon A, de rayon primitif $\mathbf{R_A = 30}$ mm, à dentures droites et transmet la puissance qu'il reçoit à un engrenage B, de rayon primitif $\mathbf{R_B = 50}$ mm, aussi à dentures droites. L'arbre est monté sur deux paliers lisses C et D (pas d'encastrement) où les frottements sont négligés. **L = 100** mm



♣ Calculer le moment transmis (moment de torsion) :

$M_t = P / \omega = 30\,P / \pi N = 30$ Nm

A.N : $M_t = 30$ N.m

♣ Calculer les réactions R_{CY} et R_{DY} des paliers C et D :

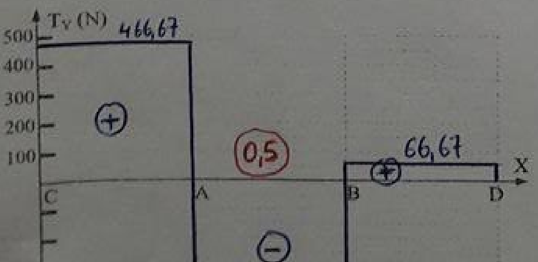
$A_y = \frac{M_t}{R_A} = 1000\,N$; $B_y = \frac{M_t}{R_B} = 600\,N$

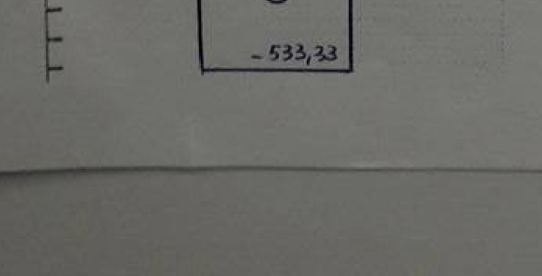
$R_{cy} + R_{Dy} - A_y + B_y = 0$ (1)   0,5

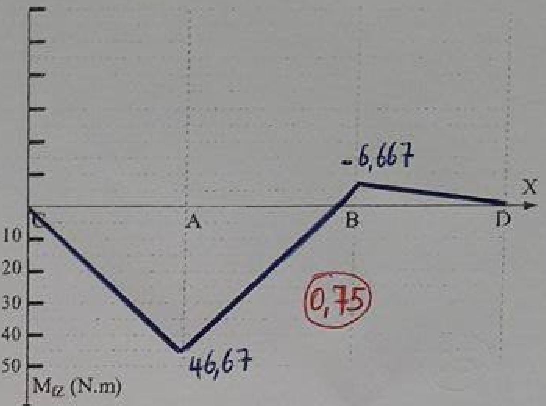
$-A_y \cdot L + B_y(2L) + R_{Dy}(3L) = 0$ (2) $\Rightarrow$

A.N : $R_{CY} = 466,67$ N et $R_{DY} = -66,67$ N

♣ Tracer les diagrammes des efforts internes : M_t , T_Y et M_{fZ}







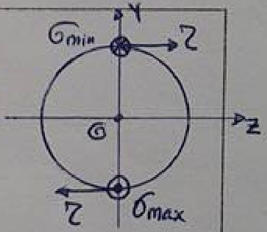
♣ Identifier la section dangereuse de l'arbre :

section A : $M_{fZ}(A) = 46,67$ Nm.

0,25

♣ Vérifier la résistance de l'arbre par l'application du critère de Trésca-Guest si :
$R_P = 400$ N/mm^2 , $R_{pg} = 200$ N/mm^2 , $\sigma_D = 300$ N/mm^2

$\sigma_{max} = -\frac{M_{fZ}(A) \cdot (-\frac{d}{2})}{I_{GZ}}$; $I_{GZ} = \frac{\pi d^4}{64}$



$\sigma_{max} = \frac{-46,67\left(-\frac{20}{2}\right) \cdot 10^3}{\frac{\pi}{64}(20)^4}$

$= 59,4$ Mpa.

$\sigma_{min} = -\sigma_{max}$.

$\tau = \frac{16\,M_t}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot 30 \cdot 10^3}{\pi (20)^3} = 19,09$ Mpa.

1

$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 4\tau^2} = 70,61$ Mpa

$\sigma_{eq} << \sigma_D \Rightarrow$ l'arbre résiste en toute sécurité.

Exercice 1:

- $ES = 30\,\mu m$ $\quad EI = 0 \quad es = 72 \quad ei = 53$ 0,25
- $S_{max} = es - EI = 72\,\mu m$; $S_{min} = ei - ES = 53 - 30 = 23\,\mu m$ 0,25
- $P = \dfrac{S.10^{-3}}{d\left(\dfrac{C_1}{E_1} + \dfrac{C_2}{E_2}\right)}$ avec : $C_1 = \dfrac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1 = 0{,}7\ 0{,}69$

  $C_2 = \dfrac{D^2 + d^2}{D^2 - d^2} + \mu_2 = 2{,}455$

$\Rightarrow P = 0{,}5561 . S$

$P_{max} = 0{,}5561 . S_{max} = 40{,}04$ MPa.

$P_{min} = 0{,}5561 . S_{min} = 12{,}79$ MPa 0,5

- $\Delta T = -\dfrac{S_{max}}{\alpha . d} = -70{,}59\,°c \Rightarrow T_f = \Delta T + T_0 = -50{,}59\,°c$ 0,25
- à $r = 0$ 0,25 • $\sigma_{rés}(arb) = 2P_{max} = 80{,}08$ MPa $< R_{p_1} \Rightarrow$ l'arbre résiste en toute sécurité 0,5
- à $r = \frac{d}{2}$ 0,25 • $\sigma_{rés}(ales) = \dfrac{2P_{max}}{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2} = 125{,}13$ MPa $< R_{p_2} \Rightarrow$ l'alésage résiste en toute sécurité 0,5
- $M_t \leq P_{min} \dfrac{\pi d^2}{2} L \dfrac{f}{K} = 271{,}33$ Nm 0,5
- $F \geq P_{max} . \pi d L f = 56626{,}25$ N. 0,5
- contraintes dans l'arbre : σ_t , σ_r et $\sigma_a = \dfrac{F}{S} = \dfrac{4F}{\pi d^2} = 16{,}02$ MPa. 0,25

à $r = 0 \Rightarrow \sigma_r = 0$; $\sigma_t = -2P_{max}$ et $\sigma_a = 16{,}02$ MPa. 0,25

$\Rightarrow \sigma_{rés} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(0-(-80{,}08))^2 + (16{,}02 + 80{,}08)^2 + (16{,}02 - 0)^2} = 89{,}18$ MPa. 0,5

à $r = \frac{d}{2} \Rightarrow \sigma_r = -P_{max}$; $\sigma_t = -P_{max}$ et $\sigma_a = 16{,}02$ MPa. 0,25

$\Rightarrow \sigma'_{rés} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(-80{,}08 + 80{,}08)^2 + (16{,}02 + 80{,}08)^2 + (16{,}02 + 80{,}08)^2} = 96{,}1$ MPa. 0,5

$\sigma'_{rés} > \sigma_{rés} \Rightarrow \sigma'_{rés} < R_p(arbre) \Rightarrow$ l'arbre résiste en toute sécurité.