

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION DE MAI 2023

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

16-MC-A6 Résistance des matériaux avancée

Il y a quatre (4) questions présentées sur deux pages.

Question 1 (25 points)

La force P engendre un déplacement δ selon la direction parallèle à l'axe y au point C (Figure 1). Pour des petits déplacements, la force P est donnée par la relation $P = k \cdot \delta$, où k est une constante.

Supposer que la barre BC est rigide et négliger l'effet de l'effort tranchant.

- 13 pts** a) Développer une formule de k en fonction des paramètres de L , h , d , E (module d'élasticité) et G (module de rigidité).
- 12 pts** b) Application numérique pour $h = 1.5 \text{ m}$, $L = 0.8 \text{ m}$, $d = 50 \text{ mm}$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ et $G = 76900 \text{ MPa}$: Déterminer P et le déplacement δ correspondant lorsque la contrainte de cisaillement maximale au point i est $\tau_{\max i} = 22 \text{ MPa}$.

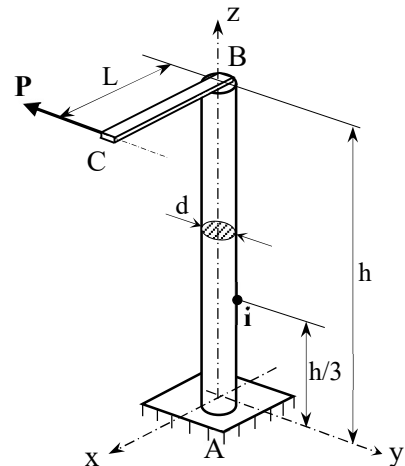
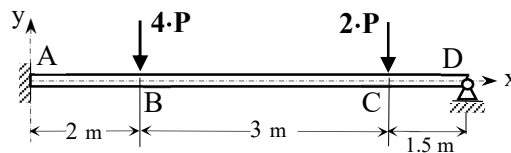


Figure 1

Question 2 (25 points)



Une poutre $ABCD$ est encastree au point A et simplement supportee au point D . La poutre est soumise a une charge $4 \cdot P$ vers le bas en B et a une charge $2 \cdot P$ vers le bas en C .

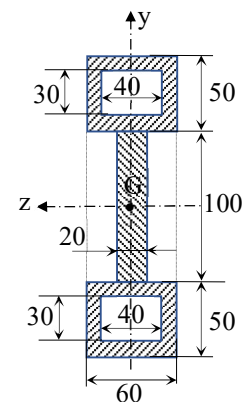
Les dimensions de la section droite de la poutre sont donnees a la figure 2.

Le materiau de la poutre est considere elastique parfaitement plastique avec une contrainte d'ecoulement $S_Y = 250 \text{ MPa}$.

Calculer la valeur de P a l'etat limite (P_L) de cette poutre.

Figure 2

Section de la poutre $ABCD$



Dimensions en mm

Question 3 (25 points)

Les trois jauges de déformation a, b et c (Figure 3) collées à la surface libre (c.à.d. en état plan de contrainte) d'une pièce en acier enregistrent les déformations suivantes lorsque la pièce est chargée : $\epsilon_a = 120 \cdot 10^{-6}$, $\epsilon_b = 180 \cdot 10^{-6}$ et $\epsilon_c = 320 \cdot 10^{-6}$.

Les propriétés élastiques de l'acier sont : Module d'élasticité $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$; Coefficient de Poisson $\nu = 0.3$; Contrainte d'écoulement $S_Y = 250 \text{ MPa}$.
Calculer :

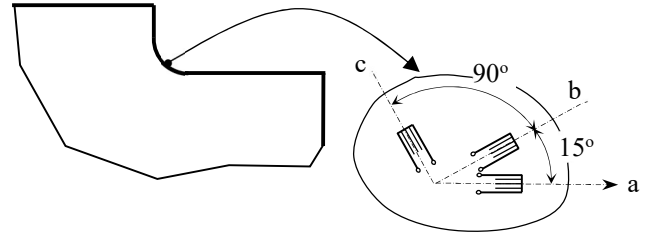


Figure 3

- 12 pts** a) les déformations principales,
- 8 pts** b) les contraintes principales de cet état de contrainte,
- 5 pts** c) son facteur de sécurité selon le critère d'écoulement de Von-Mises.

Question 4 (25 points)

La poutre rigide OCAE est supportée par deux tiges AB et CD. Les joints O, B et D sont bloqués dans les deux directions.

La tige AB a une section du tube carré (38.1×38.1×4.78) mm.

La tige CD a une section du tube rectangulaire (25.4×50.8×3.18) mm (Figure 4).

Le matériau de AB et CD a un module d'élasticité $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ et une contrainte d'écoulement $S_Y = 250 \text{ MPa}$.

Calculer la charge verticale permise P appliquée au point E pour un facteur de sécurité de 2 par rapport au début d'écoulement.

Figure 4

