

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION DE MAI 2022

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 membrure AB de diamètre $d_{AB} = 98 \text{ mm}$, est fixée au point A et soudée avec la membrure BC qui a une section rectangulaire de $50 \times 75 \text{ mm}$. Le point C est retenu par un câble vertical CD qui a une section circulaire de diamètre $d_{CD} = 7.5 \text{ mm}$ (Figure 1). Toutes les membrures sont en acier de module d'élasticité $E = 2 \times 10^5 \text{ MPa}$ et du coefficient de Poisson $\nu = 0.3$.

En négligeant les énergies dues aux efforts tranchants, calculer la tension dans le câble CD en fonction de la charge verticale P appliquée vers le bas au point B.

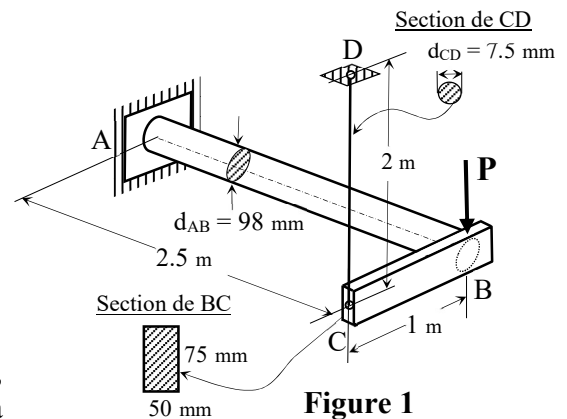


Figure 1

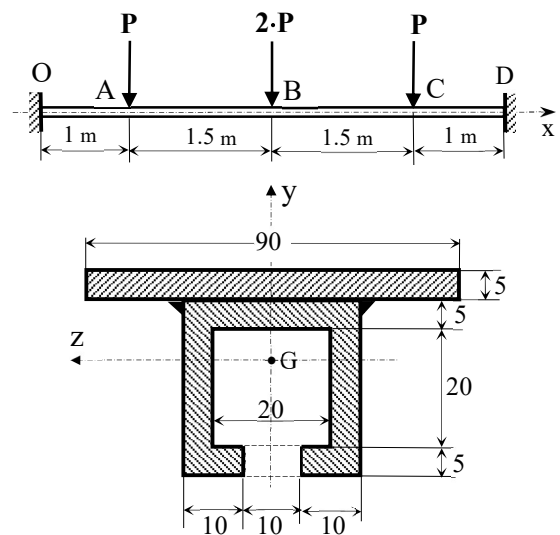
Question 2 (25 points)

Une poutre OABCD est encastrée aux extrémités O et D.

Deux charges P sont appliquées vers le bas aux points A et C. Une charge $2 \cdot P$ est appliquée vers le bas au point B.

Les dimensions de la section droite de la poutre sont données à la figure 2.

Le matériau de la poutre est considéré élastique parfaitement plastique avec une contrainte d'écoulement $S_Y = 250 \text{ MPa}$.



(Dimensions en mm)

Figure 2

- 8 pts** a) Calculer le moment limite (M_L) de la section de la poutre.
- 17 pts** b) Calculer la valeur de (P_L) à l'état limite de cette poutre.

Question 3 (25 points)

Un échantillon d'acier de module d'élasticité $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$ et du coefficient de Poisson $\nu = 0.3$ est soumise à une contrainte normale biaxiale σ_x et σ_y (Figure 3).

Une gauge de déformation est collée sur l'échantillon selon une direction de 30° avec l'horizontale.

Si la contrainte normale est $\sigma_x = 120 \text{ MPa}$ et la déformation de la gauge est $\epsilon_{30^\circ} = 407 \cdot 10^{-6}$, déterminer :

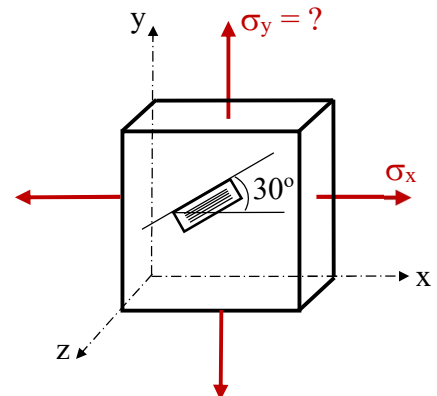


Figure 3

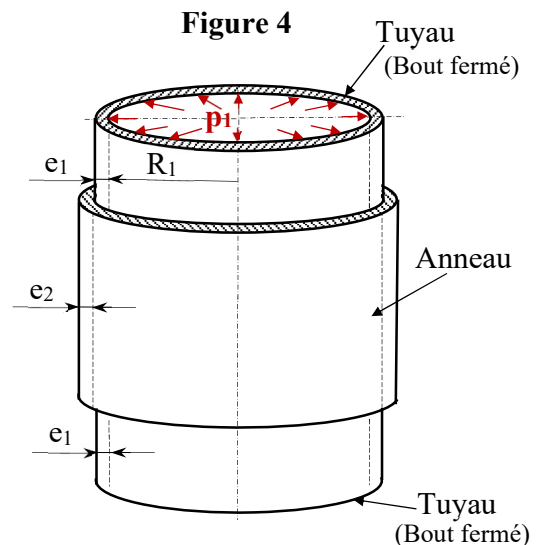
- 10 pts** a) La contrainte normale σ_y .
- 9 pts** b) La contrainte maximum en cisaillement $(\tau_{\max})_{xy}$ et la déformation maximum en cisaillement $(\gamma_{\max})_{xy}$ dans le plan xy.
- 3 pts** c) La déformation maximum en cisaillement $(\gamma_{\max})_{xz}$ dans le plan xz.
- 3 pts** d) La déformation maximum en cisaillement $(\gamma_{\max})_{yz}$ dans le plan yz.

Question 4 (25 points)

Un tuyau de matériau 1 (module d'élasticité $E_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$, coefficient de Poisson $\nu_1 = 0.3$ et coefficient de dilatation thermique $\alpha_1 = 12 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$), long et fermé aux bouts, est enveloppé d'un anneau de matériau 2 (module d'élasticité $E_2 = 70000 \text{ MPa}$, coefficient de Poisson $\nu_2 = 0.28$ et coefficient de dilatation thermique $\alpha_2 = 20 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$).

Le rayon intérieur du tuyau est $R_1 = 100 \text{ mm}$. Les épaisseurs du tuyau et de l'anneau sont $e_1 = 4 \text{ mm}$ et $e_2 = 5 \text{ mm}$ respectivement (Figure 4).

Initialement, il y a une interférence radiale de 0.05 mm entre le tuyau et l'anneau.



En supposant le domaine élastique, calculer la pression de contact entre le tuyau et l'anneau lorsque l'assemblage est chauffé de $\Delta T = 25 ^\circ\text{C}$ et une pression interne $p_1 = 20 \text{ MPa}$ est appliquée dans le tuyau.