

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2011

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

04-MB-6 Résistance des matériaux

Il y a cinq (5) questions présentées sur deux pages, chaque question vaut 20 points.

Question 1 (20 points)

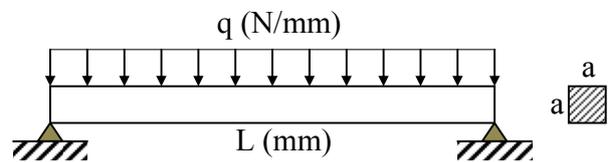
Chaque sous-question (a) à (d) vaut 5 points et est indépendante des autres.

(a) Définir, avec ou sans croquis, cinq notions suivantes : contrainte normale, contrainte de cisaillement, déformation normale, déformation de cisaillement, effort tranchant.

(b) Définir, avec ou sans croquis, tous les symboles dans la formule $\tau_{yx} = \frac{VQ}{Ib}$ couramment rencontrée en résistance des matériaux.

(c) Citer trois propriétés essentielles d'un matériau dans les calculs des contraintes et des déformations et écrire au moins une relation qui les contient simultanément.

(d) Une poutre de longueur L et de section carrée pleine $a \times a$ est simplement supportée aux extrémités et soumise à une charge uniforme q sur toute sa longueur. Développer la formule de la contrainte maximum en flexion dans cette poutre en fonction des paramètres L , a et q .

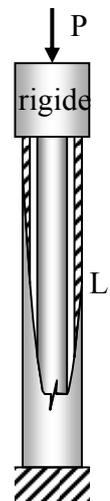


Question 2 (20 points)

Le tube et la tige ci-contre ont les dimensions et propriétés suivantes :

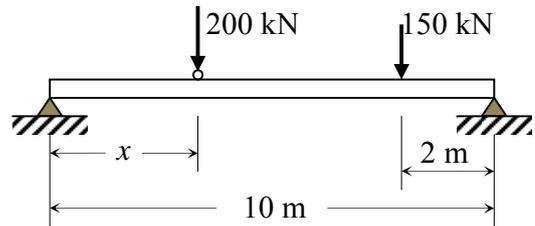
- Tube : Longueur initiale $L = 500$ mm, diamètre extérieur = 80 mm, diamètre intérieur = 74 mm, module d'élasticité = 200 000 MPa.
- Tige (à l'intérieur du tube) : Même longueur L , diamètre plein $D = 60$ mm, module d'élasticité = 100 000 MPa.

Pour une force $P = 200$ kN appliquée sur le bloc rigide tel que montré, calculer l'allongement ou le raccourcissement du tube, la contrainte axiale dans le tube et celle dans la tige.



Question 3 (20 points)

Une poutre de 10 m de longueur est simplement supportée aux extrémités et soumise à un poids fixe de 150 kN à 2 m du bout de gauche et un poids mobile de 200 kN, tel que montré. Le poids de la poutre est négligeable.

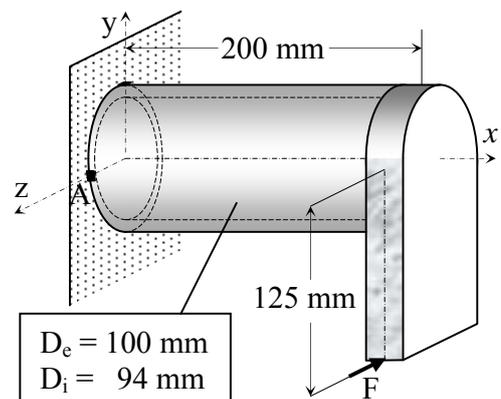


10 pts (a) Lorsque le poids mobile se trouve au milieu de la longueur, i.e. $x = 5$ m, dessiner les diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant dans la poutre en indiquant les valeurs aux sections vis-à-vis les poids.

10 pts (b) Pour x variable, déterminer le moment fléchissant dans la section vis-à-vis le poids mobile en fonction de x , déterminer la position x pour laquelle ce moment fléchissant est maximum et comparer le moment fléchissant maximum à trouvé dans la question (a).

Question 4 (20 points)

Une force $F = 10$ kN est appliquée au bout libre de l'assemblage ci-contre suivant la direction négative de l'axe z . Toutes les distances de la force et les dimensions du tuyau sont trouvées sur cette figure. Deux sous-questions (a) et (b) ci-dessous sont indépendantes entre elles.

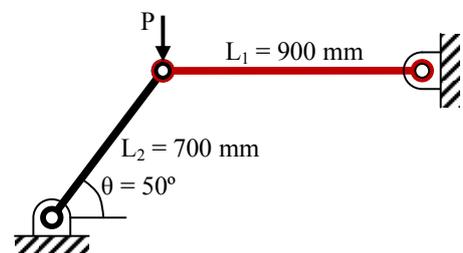


12 pts (a) Calculer les contraintes sur un cube infinitésimal au point A sur la paroi extérieure dans un système d'axes parallèles à x et y .

8 pts (b) Si les contraintes non nulles au point A sont $\sigma_x = 93$ MPa et $\sigma_y = -29$ MPa, calculer le facteur de sécurité de cet état de contrainte par rapport à la contrainte d'écoulement du matériau, qui est de $\sigma_c = 300$ MPa, et ce, selon le critère d'écoulement de Von-Mises.

Question 5 (20 points)

Les deux tiges ont le même diamètre $D = 24$ mm plein et sont en acier de module d'élasticité $E = 200000$ MPa et de contrainte d'écoulement $\sigma_c = 300$ MPa. Tous les joints sont articulés.



En augmentant graduellement la force P jusqu'à ce qu'une tige flambe, déterminer cette force, identifier la tige qui flambe et expliquer pourquoi l'autre tige ne flambe pas.