



Université d'Ottawa • University of Ottawa

Faculté de génie
Génie Civil

Faculty of Engineering
Civil Engineering

CVG 2140 / 2540: Mechanics of Materials / Résistance des Matériaux I

Final Exam / Examen final

Dr. Beatriz Martin-Perez / Dr. Richard Frenette

April/ Avril 14, 2003

Time / Temps: 3 hours

OPEN BOOK. Attempt all four problems. Calculators are allowed. Marks are as shown for each question. A total of 100/100 points is possible. Clearly indicate the **coordinates** you are using and the **reference** (source) for the formulae that you are using.

LIVRE OUVERT. Essayez de répondre aux quatre questions. Les calculatrices sont permises. Les points sont indiqués pour chaque question. Un total de 100/100 points est possible. Identifiez clairement le **système de coordonnées** que vous utilisez de même que les **références** des équations que vous utilisez.

Name of the student / Nom de l'étudiant: _____

Student Number / Numéro d'étudiant: _____

(En français à la page suivante)

1. A lifting system BCDEF is attached to a cable AB (Figure 1) to lift a mass M . Considering the maximum mass to be lifted, each side cable BCD and BDF has been designed with a cross-section of 173 mm^2 for a Young's modulus of 140 GPa and an allowable load of 45 kN. A circular cross-section spacing bar CD ($E = 200 \text{ GPa}$) must also be installed to keep CE and DF vertical when pulling on the mass M .
 - a. You have to design (nearest upper mm) the diameter of the bar CD such that it won't buckle under the range of allowable load on the side cables. Consider the bar to be loaded axially only, and use a safety factor of 2. (15 points)
 - b. What is the total vertical elongation of the lifting system BCDEF when a mass M of 8 metric tons (8000 kg) is lifted? (15 points).
2. A beam is loaded as illustrated in Figure 2.
 - a. Draw the shear-force and bending-moment diagrams (with extreme values)
 - b. Draw the $EI\theta(x)$ and $EIV(x)$ diagrams (shape only, no values)
 - c. Calculate the maximum absolute deflection of the beam and its location. Assume $E = 200 \text{ GPa}$ and $I = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^4$.
3. Calculate the principal stresses and their directions at the surface locations A and B for the cantilever beam shown in Fig. 3.

4. A copper pipe has an outer diameter of 40 mm and an inner diameter of 37 mm. If it is tightly secured to the wall at B and two torques are applied to it as shown in Figure 4, determine:
 - a. the maximum shear stress developed in the pipe; and,
 - b. the angle of twist at A if $G = 45 \text{ GPa}$.

(In English on previous page)

1. Un système de levée BCDEF est attaché à un câble AB (Figure 1) afin de soulever une masse M . En considérant la masse maximale à soulever, chaque câble latéral BCD et BDF a été dimensionné avec une aire de 173 mm^2 pour un module d'Young de 140 GPa et une charge admissible de 45 kN . Une barre d'espacement de section circulaire CD ($E = 200 \text{ GPa}$) doit également être installée afin que CE et DF tirent verticalement sur la masse M .
 - a. Vous devez dimensionner (au mm supérieur près) le diamètre de la barre CD afin que celle-ci résiste au flambement pour la plage de charges admissibles sur les câbles latéraux. Considérez que la barre ne sera chargée qu'axialement, et utilisez un facteur de sécurité de 2. (15 points)
 - b. Quel est l'allongement vertical total du système de levée BCDEF lorsqu'une masse M de 8 tonnes métriques (8000 kg) est soulevée. (15 points).
2. Une poutre est chargée tel qu'illustré à la Figure 2.
 - a. Tracez les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants (avec les valeurs extrêmes)
 - b. Tracez les diagrammes des $EI\theta(x)$ et $EIv(x)$ (forme seulement, pas de valeurs)
 - c. Calculez la valeur maximum absolue de la flèche de même sa position sur la poutre. Considérez $E = 200 \text{ GPa}$ et $I = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^4$.
3. Calculez les contraintes principales et leur direction aux point A et B situés en surface de la poutre en porte-à-faux illustrée à Fig. 3.
4. Un tuyau de cuivre a un diamètre extérieur de 40 mm et un diamètre intérieur de 37 mm. Si celui-ci est fixé fermement au mur en B et que deux couples de torsion sont appliqués tel qu'illustré à la Figure 4, déterminez:
 - a. la contrainte de cisaillement maximale développée dans le tuyau.
 - b. l'angle de torsion en A si $G = 45 \text{ GPa}$.

FIGURES

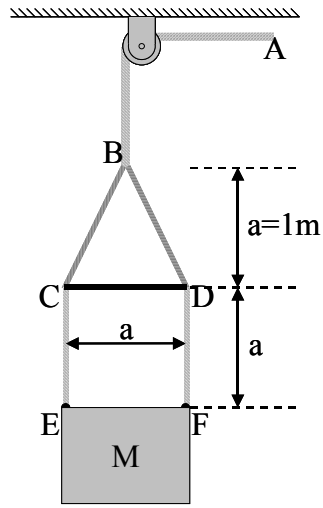


Figure 1

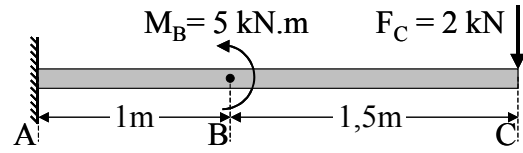


Figure 2

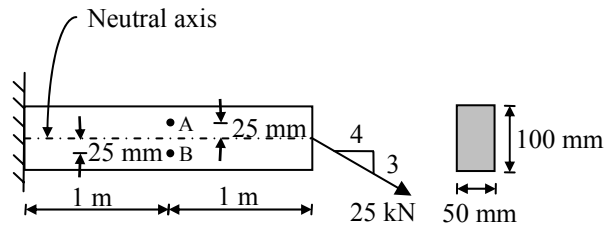


Figure 3

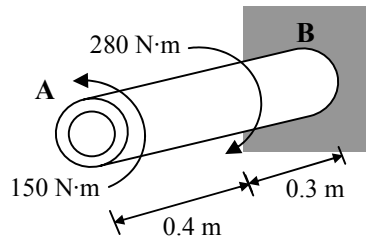


Figure 4