

Université d'Ottawa
Faculté de génie

Département de
Génie civil



uOttawa

L'Université canadienne
Canada's university

University of Ottawa
Faculty of Engineering

Department of
Civil Engineering

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

Midterm Exam / Examen de mi-session

Ms. S. Cimilli / Dr. E. Erkmen / Dr. B. Martín-Pérez

February/ Février 12, 2007

Time / Temps: 80 min.

CLOSED BOOK. Attempt all three problems. Calculators are allowed. Marks are as shown for each question. Clearly indicate the **coordinates** you are using.

LIVRE FERMÉ. Essayez de répondre aux trois questions. Les calculatrices sont permises. Les points sont indiqués pour chaque question. Identifiez clairement le **système de coordonnées** que vous utilisez.

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

Student Number / Numéro d'étudiant: _____

(En français à la page suivante)

1. Determine the moment of inertia I_{xc} for the composite area shown in Fig. 1 with respect to its centroidal axis X_c . All dimensions are in mm. (30 points)
2. Draw the shear force and bending moment diagrams for the beam in Fig. 2 (30 points).
3. A square concrete column of 300×300 mm, as shown in Fig. 3, is reinforced with four identical steel bars. If the column is subjected to an axial compressive force of 800 kN, determine the required diameter of each reinforcing steel bar so that one-fourth of the load is carried by the steel and three-fourths by the concrete. Assume $E_{\text{steel}} = 200$ GPa and $E_{\text{concrete}} = 25$ GPa. (40 points)

(In English on previous page)

1. Déterminez le moment de l'inertie I_{xc} par rapport à son axe centroidal X_c pour l'aire composée illustrée dans la Fig.1. Toutes les dimensions sont en mm. (30 points)
2. Tracez les diagrammes d'efforts tranchants et de moments fléchissants pour la poutre de la Fig. 2. (30 points)
3. Une colonne en béton carrée de 300×300 mm, illustrée dans la Fig.3, est renforcée avec quatre barres en acier identiques. Si la colonne est soumise à une force de compression axiale de 800 kN, déterminez le diamètre requis de chaque barre en acier de sorte qu'un quart de la charge soit porté par l'acier et les trois-quarts par le béton. Assumez $E_{acier} = 200$ GPa et $E_{béton} = 25$ GPa. (40 points)

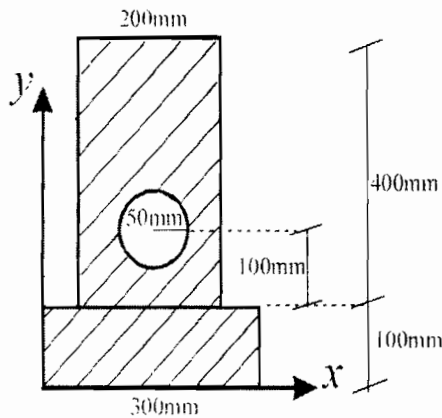


Figure 1

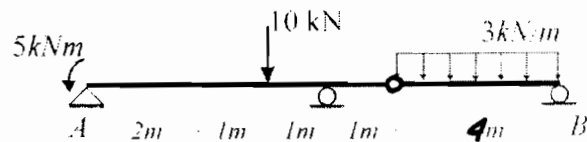


Figure 2

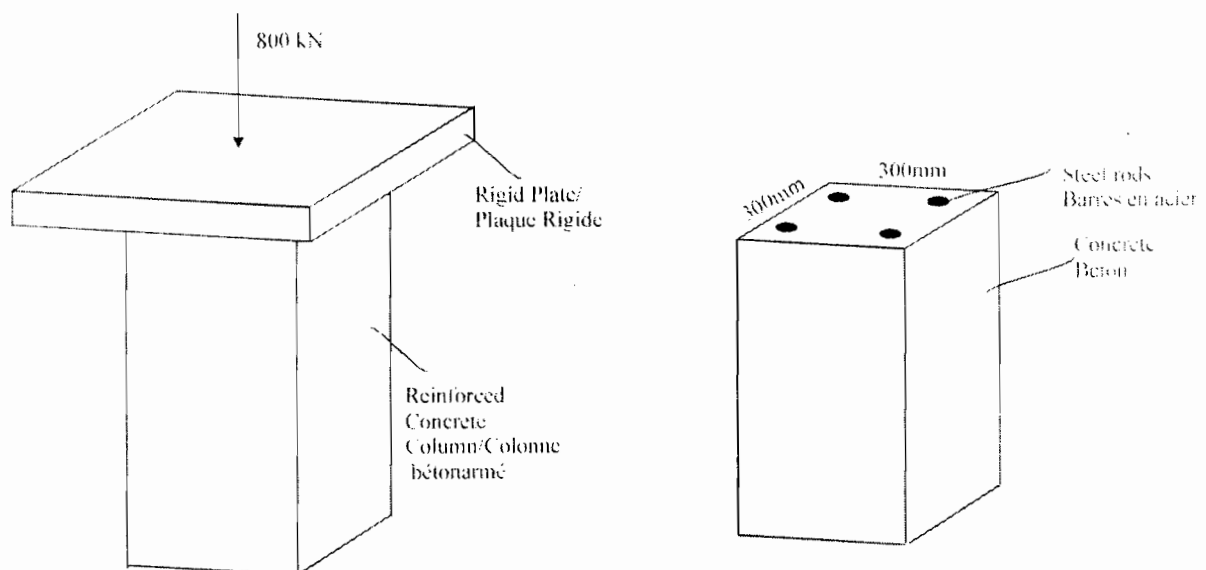


Figure 3

Relations Between w, V, M / Relations entre w, V, M

$$\frac{dV}{dx} = -w(x), \quad \frac{dM}{dx} = V$$

Centroid

$$\bar{x} = \frac{Q_y}{A} = \frac{\int x dA}{\int dA}, \quad \bar{y} = \frac{Q_x}{A} = \frac{\int y dA}{\int dA}$$
$$\bar{x} = \frac{Q_y}{A} = \frac{\sum \bar{x}_i A_i}{\sum A_i}, \quad \bar{y} = \frac{Q_x}{A} = \frac{\sum \bar{y}_i A_i}{\sum A_i}$$

Moments of Inertia / Moments d'inertie

$$I_x = \int y^2 dA, \quad I_y = \int x^2 dA$$

Polar moment of inertia/

Moment d'inertie polaire $J_o = \int r^2 dA = I_x + I_y$

Product of inertia/

Produit d'inertie $I_{xy} = \int xy dA$

Parallel-axis theorem/

Théorème des axes parallèles $I_x = I_{x_c} + Ad_1^2 \quad I_y = I_{y_c} + Ad_2^2$
 $J_o = J_c + Ad^2 \quad I_{xy} = I_{x_c y_c} + Ad_1 d_2$

Transformation equations/

Equations de transformation $I_{x'} = \frac{I_x + I_y}{2} + \frac{I_x - I_y}{2} \cos 2\theta - I_{xy} \sin 2\theta$
 $I_{y'} = \frac{I_x + I_y}{2} - \frac{I_x - I_y}{2} \cos 2\theta + I_{xy} \sin 2\theta$
 $I_{x'y'} = \frac{I_x - I_y}{2} \sin 2\theta + I_{xy} \cos 2\theta$

Principal moments of inertia/

Moments d'inertie principaux

$$\tan 2\theta = -\frac{2I_{xy}}{I_x - I_y}$$

$$I_{1,2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2}\right)^2 + I_{xy}^2}, \quad I_{12} = 0$$

Axial Load / Charge Axiale

Normal stress & strain/

Contrainte et Déformation Normales

$$\sigma = \frac{P}{A}, \quad \epsilon = \frac{\delta}{L}$$

Displacement/ Déplacement

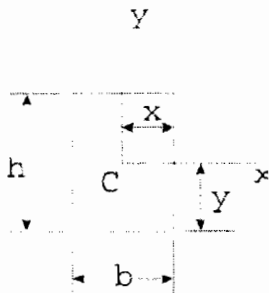
$$\delta = \frac{PL}{AE}, \quad \delta = \sum \frac{N_i L_i}{A_i E_i}, \quad \delta = \int_b \frac{N(x) dx}{A(x) E}$$

Sign Conventions/ Conventions de Signe

	+	-
Axial force/ Effort axial		
Distributed loading/ Charge répartie		
Shear force/ Effort tranchant		
Bending moment/ Moment fléchissant		

Geometric Properties of Some Plane Areas/Propriétés Géométriques de Quelques Aires Plates

Rectangle (origin of axes at centroid/ l'origine des axes est au centroid)



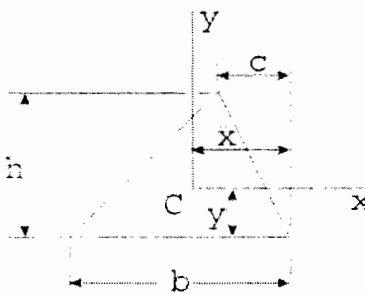
$$A = bh$$

$$\bar{x} = \frac{b}{2}, \quad \bar{y} = \frac{h}{2}$$

$$I_x = \frac{bh^3}{12}, \quad I_y = \frac{hb^3}{12}, \quad I_{xy} = 0$$

$$J_c = \frac{bh}{12}(h^2 + b^2)$$

Triangle (origin of axes at centroid/ l'origine des axes est au centroid)

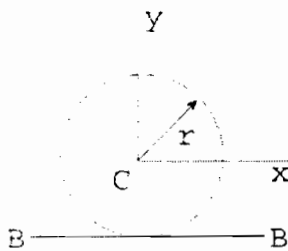


$$A = \frac{bh}{2}, \quad \bar{x} = \frac{b+c}{3}, \quad \bar{y} = \frac{h}{3}$$

$$I_x = \frac{bh^3}{36}, \quad I_y = \frac{bh}{36}(b^2 - bc + c^2), \quad I_{xy} = \frac{bh^2}{72}(b - 2c)$$

$$J_c = \frac{bh}{36}(h^2 + b^2 - bc + c^2)$$

Circle/Cercle (origin of axes at centroid/ l'origine des axes est au centroid)

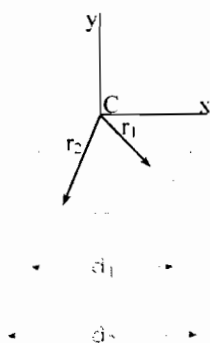


$$A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}, \quad d = 2r$$

$$I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi d^4}{64}, \quad I_{xy} = 0$$

$$J_c = \frac{\pi r^4}{2} = \frac{\pi d^4}{32}$$

Circular tube/ Tube circulaire (origin of axes at centroid/ l'origine des axes est au centroid)



$$A = \pi(r_2^2 - r_1^2) = \frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)$$

$$I_x = I_y = \frac{\pi}{4}(r_2^4 - r_1^4) = \frac{\pi}{64}(d_2^4 - d_1^4), \quad I_{xy} = 0$$

$$J_c = \frac{\pi}{2}(r_2^4 - r_1^4) = \frac{\pi}{32}(d_2^4 - d_1^4)$$