



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

Drs. Hiroshi Tanaka & Richard Frenette

April / avril 19, 2001

Time / Temps: **3 hrs**

OPEN BOOK. Attempt all four problems. Calculators are allowed. Marks are as shown for each question. Clearly indicate the **coordinates** you are using and the **reference** (source) for the formulae that you are using.

LIVRE OUVERT. Essayez tous les quatre problèmes. Les calculatrices sont permises. Les points sont indiqués pour chaque question. 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 pyramidal body (Fig.1) is made of a homogeneous elastic material of weight density $\gamma = 8.4 \text{ kN/m}^3$ and the Young's modulus $E = 20 \text{ kPa}$. The vertical height is 1.0 m and the base is a $0.8 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ square. Calculate the vertical shortening of the body due to its own weight. Note that the volume of a pyramid is given by $1/3$ of the base area times the height (20 points).
2. A diving board ABC (Fig.2) has uniformly distributed mass $m = 32 \text{ kg/m}$ and the flexural rigidity $EI = 65 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ (25 points).
 - a) When a person who weighs 60 kg is standing at the tip C of the board, draw the shear force and bending moment diagrams of the board, considering the weight of both the person and the board.
 - b) Calculate the deflection of the board at C due *only* to the person's weight.
3. A truss is subjected to a load P at E as shown in Fig.3. All members have the same square cross-section of $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ and the Young's modulus of the material is $E = 14 \text{ GPa}$ (25 points).
 - a) Ignoring the weight of the truss itself, calculate all the member forces due to P .
 - b) Determine the maximum value of P in such a way that the maximum compressive member force is less than a half of the critical buckling load.

4. A vertical tube of 1.5 m high is rigidly fixed at its base and subjected to a horizontally applied load $P = 7.5 \text{ kN}$ and a torque $T = 3.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$ at its top as shown in Fig.4. The cross-sectional dimensions are $\text{OD} = 180 \text{ mm}$ and $\text{ID} = 170 \text{ mm}$, and the material's elastic moduli are $E = 70 \text{ GPa}$ and $G = 26 \text{ GPa}$. Determine the followings (30 points):
- The maximum bending stress (s_{max}) due to P ;
 - The maximum shearing stress (t_{max}) due to T ;
 - Lateral top deflection (d) due to P ;
 - Angle of twist (q) due to T ; and
 - The principal stresses and the maximum shear stress due to both P and T together at the surface point C, which is at the half height and on the tension side in bending.

(In English on previous page)

- Un corps pyramidal (Fig.1) est composé d'un matériau élastique homogène ayant une densité volumique $g = 8.4 \text{ kN/m}^3$ et un module d'Young $E = 20 \text{ kPa}$. La hauteur verticale est de 1.0 m et la base est un carré de $0.8 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$. Calculez le raccourcissement vertical du corps dû à son propre poids. Notez que le volume d'une pyramide est donné par $1/3$ du produit de l'aire de la base par la hauteur (20 points).
- Un plongeur ABC (Fig.2) a une masse distribuée uniformément de $m = 32 \text{ kg/m}$ et une rigidité de flexion $EI = 65 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$ (25 points).
 - Si une personne pesant 60 kg se tient au bout C du plongeur, tracez les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissant du plongeur, en considérant le poids de la personne et du plongeur.
 - Calculez la flèche du plongeur au point C due *uniquement* au poids de la personne.
- Un treillis est soumis à une charge P en E tel qu'illustré à la Fig.3. Toutes les membrures ont la même section carré de $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ et un module d'Young $E = 14 \text{ GPa}$ (25 points).
 - En négligeant le poids propre du treillis, calculez dans toutes les membrures les efforts dus à P .
 - Déterminez la valeur maximale de P de sorte que la force maximale en compression dans les membrures soit moins que la moitié de la charge critique de flambement.
- Un tube vertical A de 1.5 m de haut est encastré à sa base et soumis à une charge horizontale appliquée $P = 7.5 \text{ kN}$ et à un couple de torsion $T = 3.5 \text{ kN}\cdot\text{m}$, tous deux appliqués à son extrémité supérieure, tel qu'illustré à la Fig.4. La section tubulaire circulaire a un diamètre extérieur $\text{OD} = 180 \text{ mm}$ et intérieur $\text{ID} = 170 \text{ mm}$, et les modules d'élasticité du matériau sont de $E = 70 \text{ GPa}$ et $G = 26 \text{ GPa}$. Déterminez les valeurs suivantes (30 points):
 - La contrainte de flexion maximale (s_{max}) due à P ;
 - La contrainte de cisaillement maximale (t_{max}) due à T ;
 - La flèche latérale de l'extrémité supérieure (d) due à P ;
 - L'angle de torsion (q) dû à T ; et
 - Les contraintes principales et la contrainte de cisaillement maximale dues à P et T combinés, et ce au point de surface C qui est situé à la demi-hauteur du tube et sur le côté qui est en tension à cause de la flexion.

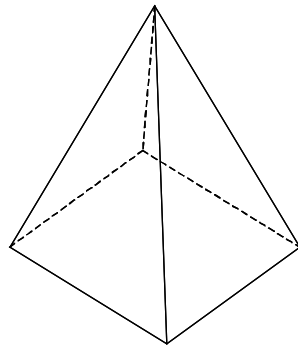


Fig. 1

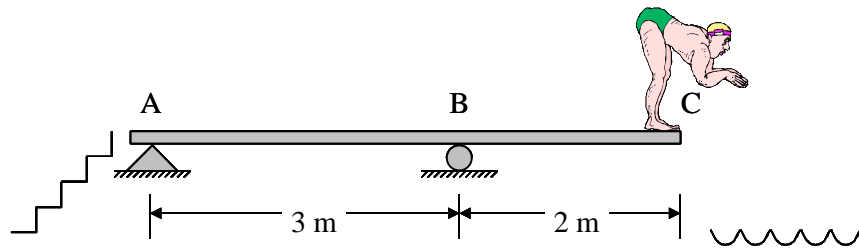


Fig. 2

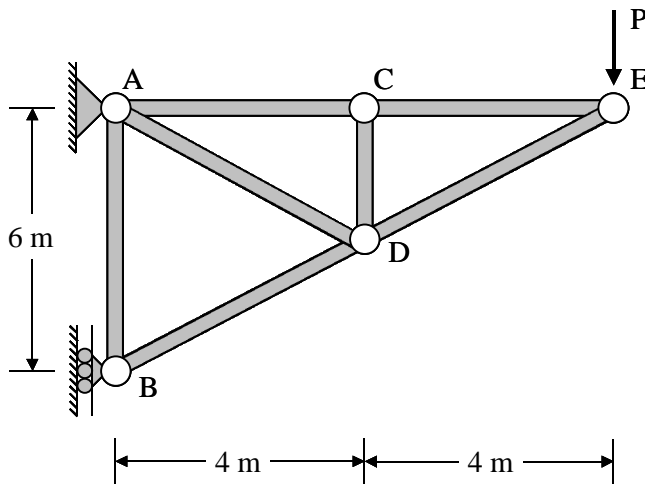


Fig. 3

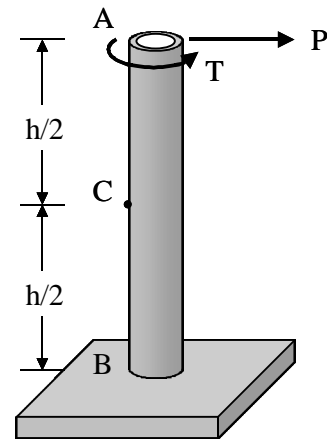


Fig. 4