



ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION DE MAI 2011

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

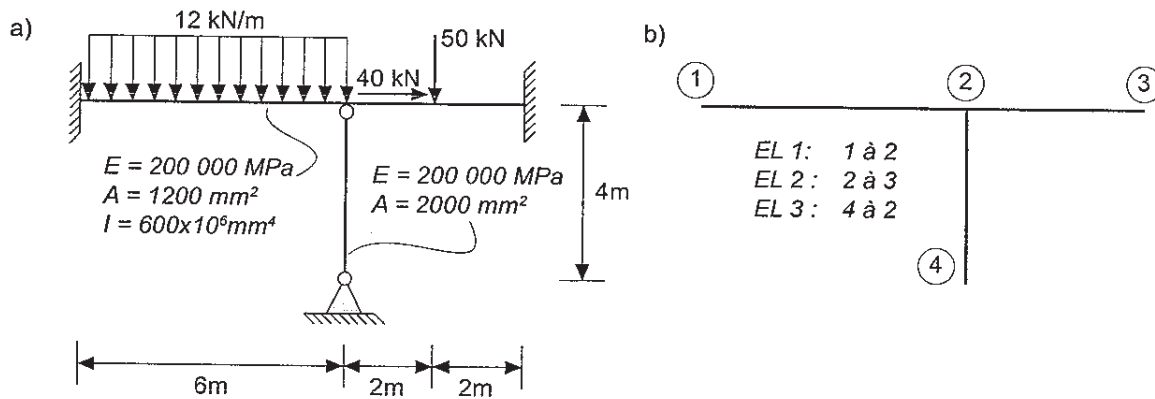
98-Civ-B1

Analyse avancée des structures

Note : Toutes les structures suivantes ont un comportement linéaire élastique.

Question 1 (25 points) :

Considérez la structure illustrée ci-dessous. Utilisez la **méthode matricielle des déplacements** ($[K][U] = [P]$). Le cas de chargement est illustré en (a). La numérotation des nœuds et des éléments est indiquée en (b). Utilisez les unités: [kN] et [m]. La charge horizontale de 40kN est appliquée sur le nœud 2.



- (15 pts) Écrivez les matrices élémentaires $[K_1]_{6 \times 6}$, $[K_2]_{6 \times 6}$ et $[K_3]_{6 \times 6}$ en coordonnées globales.
- (10 pts) Assemblez la matrice de rigidité globale $[K]_{3 \times 3}$.

Question 2 (30 points) :

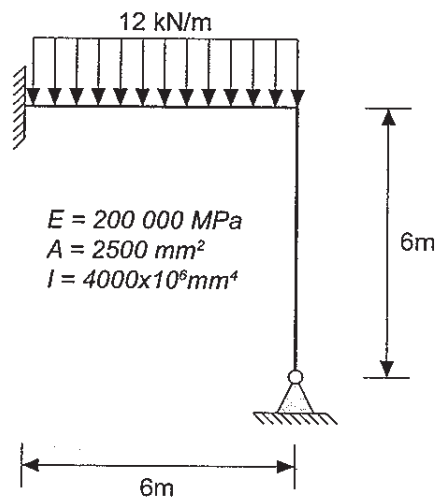
Considérez la structure illustrée ci-dessus (Question 1). Utilisez les unités [kN] et [m].

- (10 pts) Assemblez le vecteur de forces $[P]_{3 \times 1}$.
- (5 pts) Calculez et tracez les déplacements $[U]_{3 \times 1}$.
- (15 pts) Calculez les efforts internes et tracez le diagramme d'effort normal (DEN), le diagramme d'effort tranchant (DET) et le diagramme des moments (DMF) pour la structure.



Question 3 (30 points) :

Considérez la structure illustrée ci-dessous. Calculez les réactions aux appuis. Tracez le diagramme de corps libre (DCL), le DEN, le DET et le DMF pour la structure. Suggestion : utilisez une méthode de forces, par exemple la méthode des déplacements consistants, en ne considérant que les déformations en flexion pour les calculs.



Question 4 (15 points) :

Considérez le pont de 18 m illustré ci-dessous. Le tablier du pont est modélisé avec 18 éléments poutres de 1m. Une charge verticale unitaire se déplace sur le pont. Tracez, **de façon approximative**, la ligne d'influence pour le moment pour les sections AA, BB et CC. Faites trois croquis distincts.

