

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION DE NOVEMBRE 2011

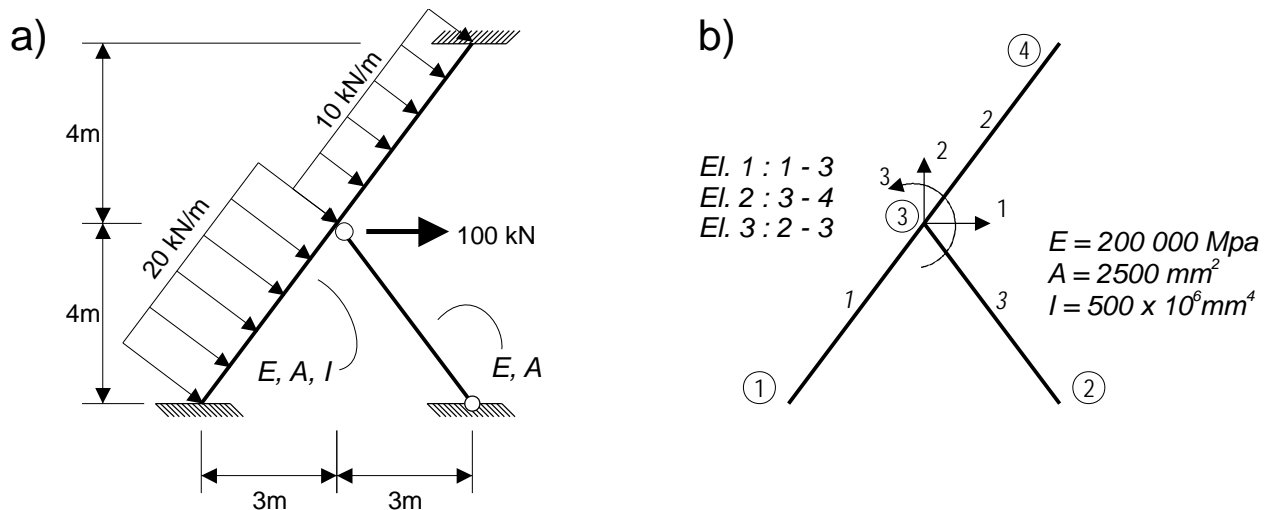
Toute documentation permise
Calculatrice : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

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, des éléments et des degrés de liberté est indiquée en (b). La membrure 3 est un élément de type treillis.



La matrice élémentaire en coordonnées **globales** pour l'élément 1, $[K_1]_{6 \times 6}$, est ($[kN/m]$) :

$$K1 = \begin{bmatrix} 42144 & 43392 & -19200 & -42144 & -43392 & -19200 \\ 43392 & 67456 & 14400 & -43392 & -67456 & 14400 \\ -19200 & 14400 & 80000 & 19200 & -14400 & 40000 \\ -42144 & -43392 & 19200 & 42144 & 43392 & 19200 \\ -43392 & -67456 & -14400 & 43392 & 67456 & -14400 \\ -19200 & 14400 & 40000 & 19200 & -14400 & 80000 \end{bmatrix}$$

Écrivez les matrices élémentaires $[K_2]_{6 \times 6}$ et $[K_3]_{6 \times 6}$ en coordonnées **globales**. Assemblez ensuite la matrice de rigidité globale $[K]_{3 \times 3}$. Utilisez les unités $[kN]$ et $[m]$.

Question 2 (30 points) :

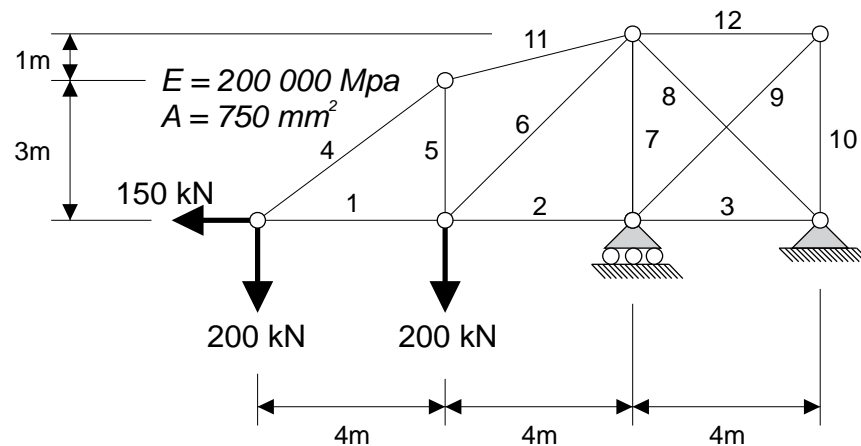
Considérez la structure illustrée ci-dessus (Question 1). Utilisez les unités [kN] et [m].

- Assemblez le vecteur de forces $[P]_{3 \times 1}$.
- Calculez et tracez les déplacements $[U]_{3 \times 1}$.
- Calculez les efforts internes dans chaque membrure 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) :

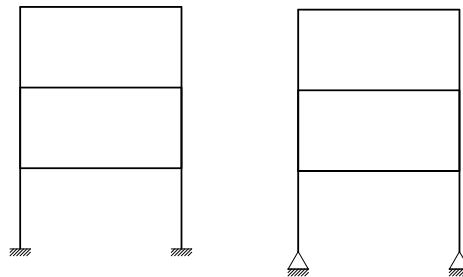
Calculez les forces axiales dans chaque barre du treillis illustré ci-dessous. Indiquez les forces dans chaque barre sur un croquis du treillis. **Les barres sont numérotées de 1 à 12.**

Indice : Vous pouvez utiliser la méthode des déplacements consistants.

**Question 4 (15 points) :**

Les figures (a) et (b) illustrent chacune deux structures. Pour chacun des cas (a et b), indiquez quelle structure aura la fréquence naturelle (1er mode) **la plus élevée**. Expliquez brèvement pourquoi.

(a)



(b)

