

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC
SESSION DE NOVEMBRE 2017

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

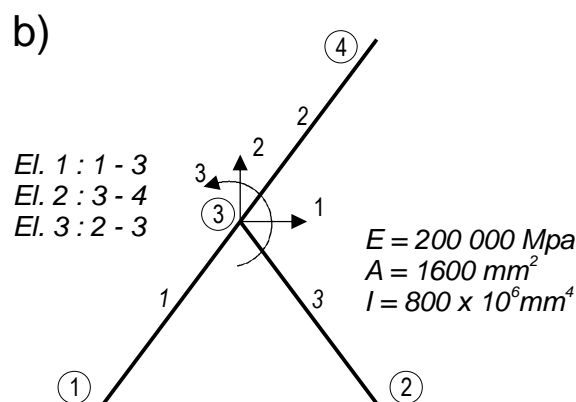
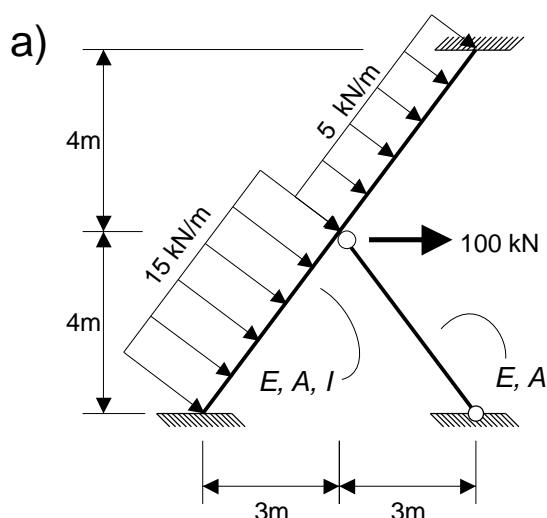
14-BA-B1

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 ($[kN/m]$) :

$$K_1 = \begin{bmatrix} 32870 & 23347 & -30720 & -32870 & -23347 & -30720 \\ 23347 & 46490 & 23040 & -23347 & -46490 & 23040 \\ -30720 & 23040 & 128000 & 30720 & -23040 & 64000 \\ -32870 & -23347 & 30720 & 32870 & 23347 & 30720 \\ -23347 & -46490 & -23040 & 23347 & 46490 & -23040 \\ -30720 & 23040 & 64000 & 30720 & -23040 & 128000 \end{bmatrix}$$

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 $[m]$.

Indice : Après assemblage, le degré de liberté #3 dans la matrice de rigidité globale $[K]_{3 \times 3}$ est découplé des deux autres degrés de liberté #1 et #2.

Question 2 (30 points) :

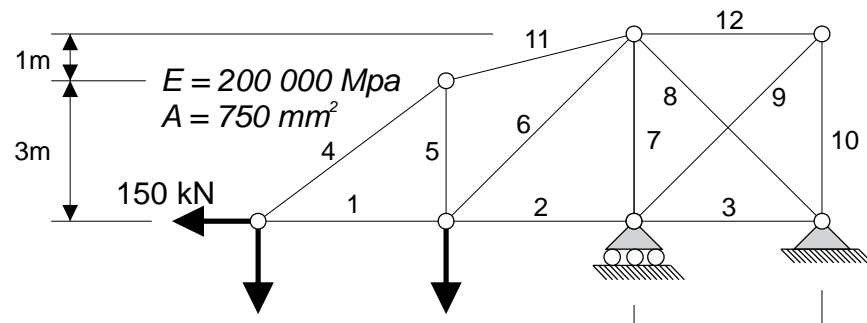
Considérez la structure illustrée ci-dessus (Question 1). Utilisez les unités [kN] et [m].

- Assemblez le vecteur de forces $[\mathbf{P}]_{3 \times 1}$.
- Calculez et tracez les déplacements $[\mathbf{U}]_{3 \times 1}$.
- 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.

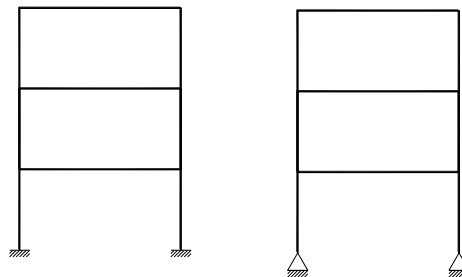
Question 3 (30 points) :

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.



(a)



(b)

