ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2024

Note au sujet de la propriété intellectuelle des modèles d'examen de l'Ordre des ingénieurs du Québec
Les modèles d'examen se trouvant sur le site internet de l'Ordre des ingénieurs du Québec sont la propriété exclusive de l'Ordre et leur utilisation est strictement limitée à des fins académiques et personnelles. Toute reproduction, distribution ou utilisation commerciale non autorisée de ces modèles constitue une violation de la propriété intellectuelle et est strictement interdite. L'Ordre se réserve le droit de prendre toutes les mesures légales appropriées contre toute utilisation non autorisée de ses modèles d'examen.

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

16-CI-A1 Analyse élémentaire des structures

Question 1 (25%)

Pour le portique ABCDE montré à la *Figure 1*, calculez les réactions aux appuis et tracez les diagrammes d'efforts tranchants (DET) et les diagrammes des moments fléchissants (DMF) pour toutes les membrures. Sur chaque diagramme, pour chacune des membrures, calculez les valeurs maximales et minimales et indiquez leur position.

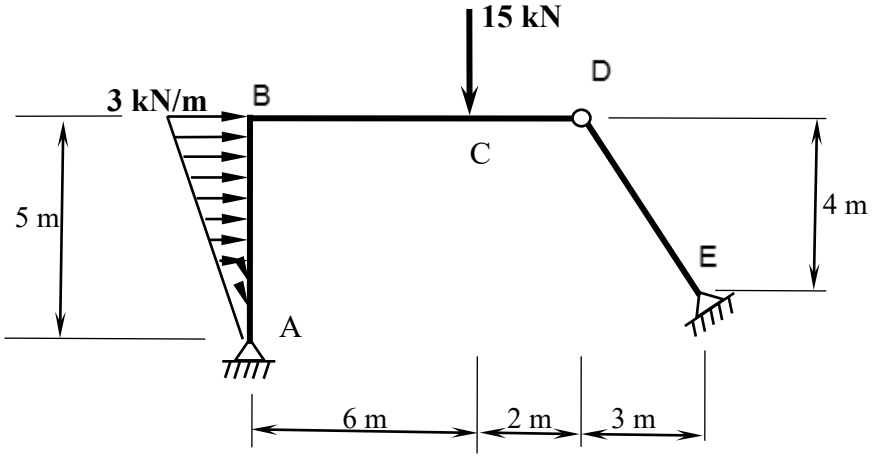


Figure 1

Question 2 (25%)

Pour la structure de la *Figure 2*, on vous demande d'utiliser **<u>la méthode du travail virtuel (charge unitaire) et les intégrales de Mohr (Voir Annexe)</u>** pour calculer le déplacement vertical et la rotation du point D.

E = 200 GPa; I = 80 * 10^6 mm^4.

Note : Les intégrales de Mohr les plus utilisées sont fournies en Annexe.

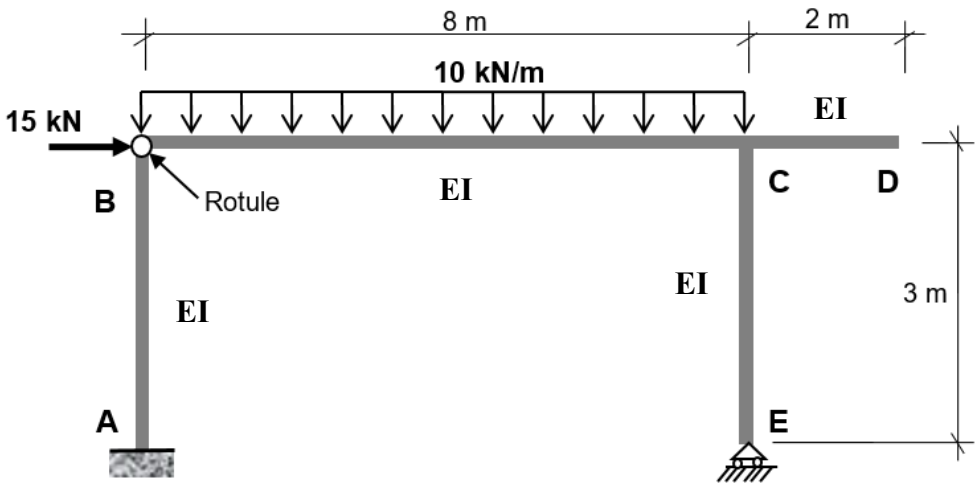


Figure 2

Question 3 (25%)

Pour la structure en treillis hyperstatique de la *Figure 3*, on vous demande de déterminer l'effort dans la barre BD à l'aide de la méthode de travail virtuel. Considérez EA = même constante pour toutes les barres.

Note : **<u>Utiliser la numérotation des barres donnée sur la figure 3 suivante</u>**

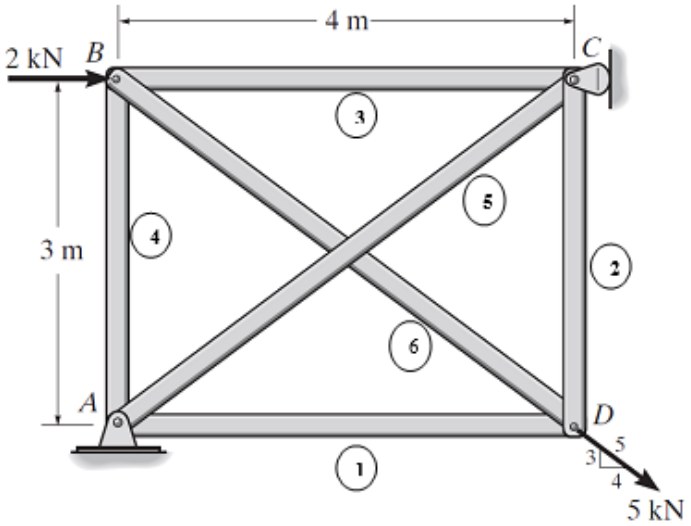


Figure 3

Question 4 (25%)

La poutre hyperstatique montrée à la *Figure 4* est encastrée en A et en C. **L'appui A** s'affaisse de **10 mm** par rapport à l'appui B, et **l'appui C** subit une **rotation anti-horaire de 1/30 radian**. On vous demande d'utiliser **<u>la méthode des rotations</u>** pour :

a) Déterminer la rotation en B;

b) Déterminer les moments aux extrémités des éléments AB et BC;

c) Calculer les réactions aux appuis A, B et C et tracer le DCL partiel des éléments AB et BC.

$EI_1 = 1500$ kN.m^2

$EI_2 = 2000$ kN.m^2

Négligez le poids des membrures.

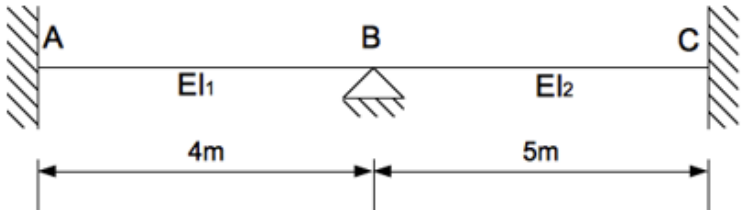
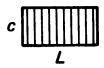
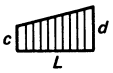
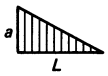
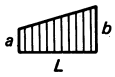
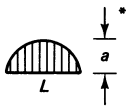
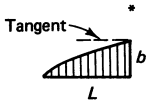
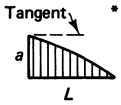
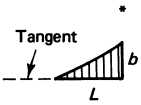
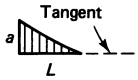
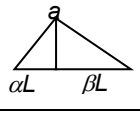


Figure 4

Annexe

Intégrales de Mohr $\int_O^L m(x)\, M(x)\, dx$

$m(x)$ / $M(x)$			
	$\frac{1}{2}Lbc$	$\frac{1}{3}Lbd$	$\frac{Lb}{6}(c+2d)$
	$\frac{1}{2}Lac$	$\frac{1}{6}Lad$	$\frac{La}{6}(2c+d)$
	$\frac{L}{2}(a+b)c$	$\frac{Ld}{6}(a+2b)$	$\frac{L}{6}(2ac+ad+2bd+bc)$
	$\frac{2}{3}Lac$	$\frac{1}{3}Lad$	$\frac{La}{3}(c+d)$
	$\frac{2}{3}Lbc$	$\frac{5}{12}Lbd$	$\frac{Lb}{12}(3c+5d)$
	$\frac{2}{3}Lac$	$\frac{1}{4}Lad$	$\frac{La}{12}(5c+3d)$
	$\frac{1}{3}Lbc$	$\frac{1}{4}Lbd$	$\frac{Lb}{12}(c+3d)$
	$\frac{1}{3}Lac$	$\frac{1}{12}Lad$	$\frac{La}{12}(3c+d)$
	Lac	$\frac{1}{2}Lad$	$\frac{1}{2}La(c+d)$
	$\frac{1}{2}Lac$	$\frac{1}{6}Lad(1+\alpha)$	$\frac{1}{6}La[(1+\beta)c+(1+\alpha)d]$