

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2022

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

14-BA-A1 Analyse élémentaire des structures

Question 1 (20%)

Pour la poutre ABC montrée à la Figure 1, on vous demande de calculer toutes les réactions d'appui et de tracer le diagramme de l'effort tranchant et celui du moment fléchissant. Sur chacun de ces diagrammes, indiquez les valeurs maximales et minimales ainsi que la coordonnée longitudinale où ces valeurs se produisent. A noter qu'il y a une articulation au nœud B.

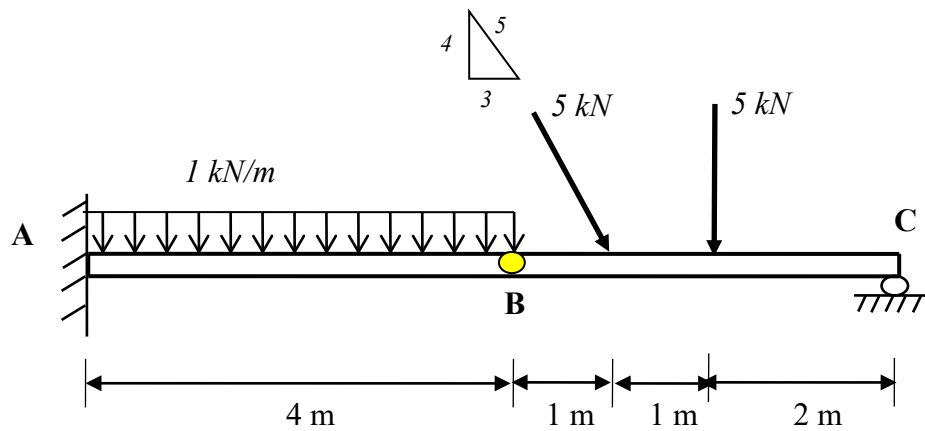


Figure 1

Question 2 (25%)

La structure mixte de la Figure 2 est constituée d'une poutre AB (ayant une section A_3 et une inertie en flexion I_3), et de deux membrures de treillis BD et BC (ayant une section A_1 et A_2 respectivement). On vous demande de calculer la flèche (déplacement vertical) au centre de la poutre AB par la **méthode du travail virtuel et les intégrales de Mohr** (Voir Annexe).

Considérez : $E = 200 \text{ GPa}$; $I_3 = 350 \times 10^6 \text{ mm}^4$; $A_1 = 250 \text{ mm}^2$; $A_2 = 120 \text{ mm}^2$; $A_3 = 1200 \text{ mm}^2$

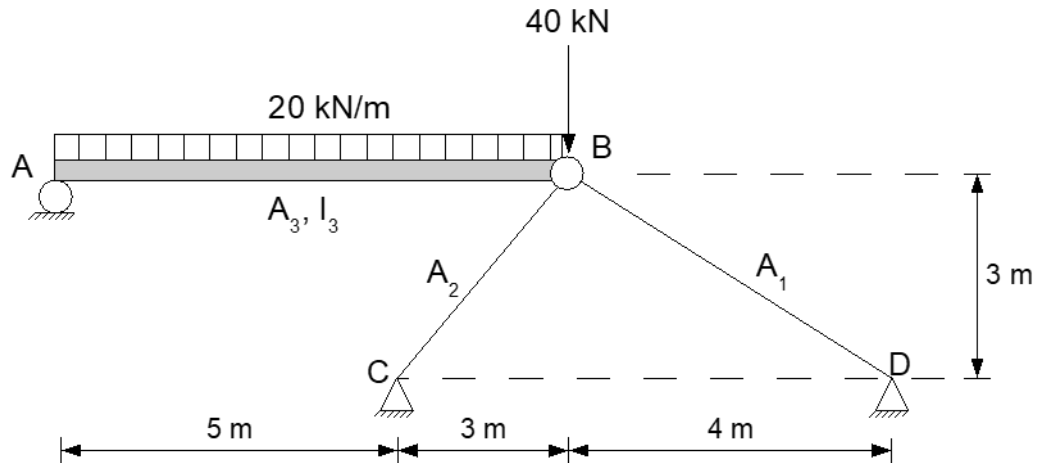


Figure 2

Question 3 (25%)

Pour la structure en treillis hyperstatique de la Figure 3, on vous demande **d'utiliser la méthode de travail virtuel** pour déterminer l'effort dans la membrure **EB** :

1. Sous l'effet des charges appliquées
2. Si les diagonales **AC** et **DE** sont 5 mm trop courtes **en plus des charges appliquées**.

Considérez $EA = 500 \times 10^6$ N pour toutes les barres et **prendre la barre EB comme surabondante**.

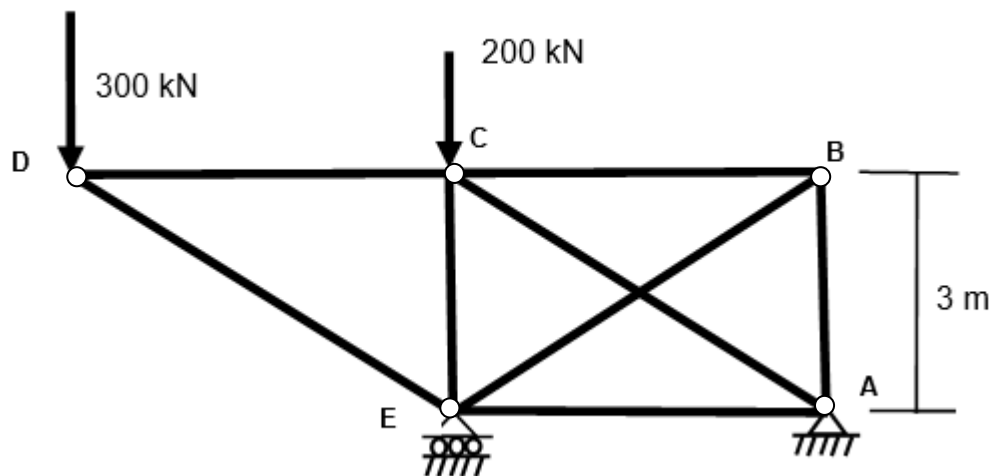


Figure 3

Question 4 (25%)

Pour le portique hyperstatique montré à figure 4, on vous demande d'utiliser **la méthode des rotations** pour calculer les moments de flexion aux extrémités des trois (3) membrures (AB, BC et BD).

Toutes les membrures ont la même rigidité EI. Négligez le poids des membrures.

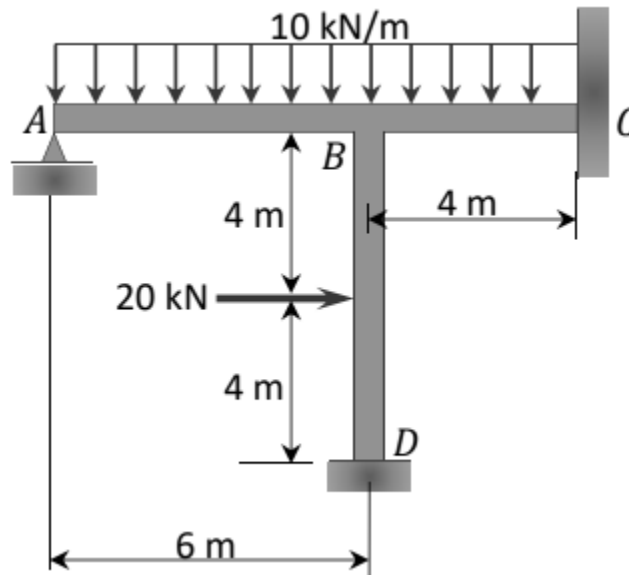
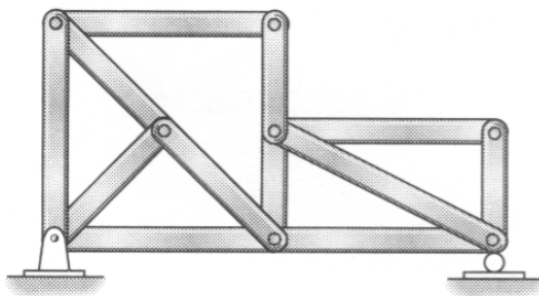


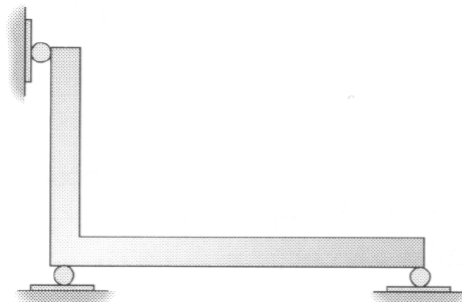
Figure 4

Question 5 (5%)

Déterminez si les structures (a) et (b) suivantes sont stables, instables, isostatiques ou indéterminés. Justifiez vos réponses.



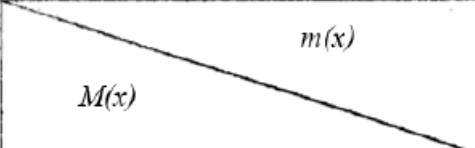
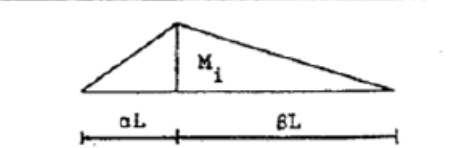
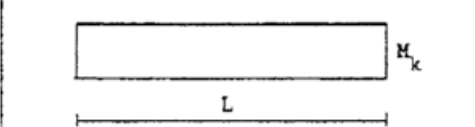
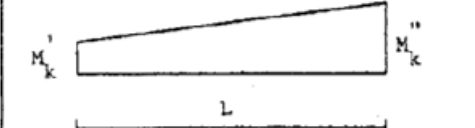
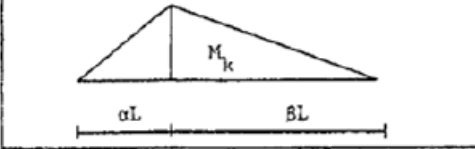
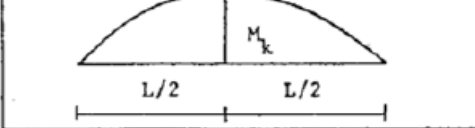
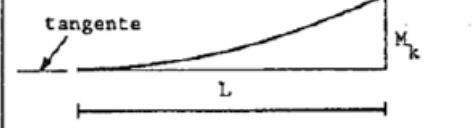
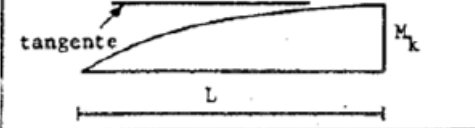
(a)



(b)

Annexe

Calcul de l'intégrale $\int_0^L m(x) M(x) dx$

	
	$\frac{1}{2} M_i M_k L$
	$\frac{1}{6} M_i [(1 + \beta) M'_k + (1 + \alpha) M''_k] L$
	$\frac{1}{3} M_i M_k L$
	$\frac{1}{3} M_i M_k (1 + \alpha\beta) L$
	$\frac{1}{12} M_i M_k (1 + \alpha + \alpha^2) L$
	$\frac{1}{12} M_i M_k (5 - \beta - \beta^2) L$