

MQ41 Final - Durée 2 heures

Calculatrice autorisée.

Aucun document autorisé.

Exercice 1 : Poutre circulaire (6 points)

Soit une poutre circulaire ABC tronquée, articulée aux points A et C, de module d'Young E et de moment quadratique I (Figure 1). Elle subit une force verticale F appliquée en B. On suppose dans cet exercice que **l'énergie de déformation n'est due qu'à la flexion**.

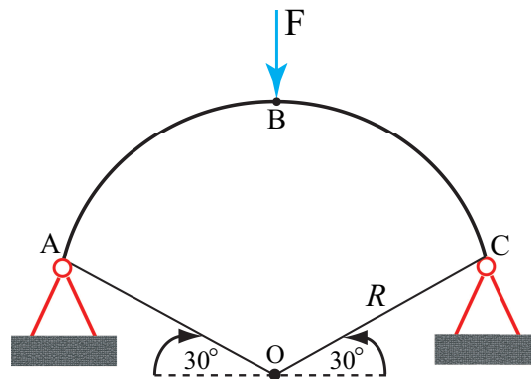


Figure 1: Exercice 1

1. Calculer les réactions aux appuis.
2. Expliciter les différentes étapes pour le calcul du déplacement du point B. On ne demande pas le calcul détaillé.
3. Sans faire le calcul explicite, indiquer la direction et le sens du déplacement du point B.

Exercice 2 : Flambage d'une poutre (5 points)

Soit une colonne élancée AB, c'est-à-dire une poutre mince et longue, articulée en A et guidée par un appui simple en B (Figure 2(a)). On applique une force de compression P sur l'extrémité mobile B. AB est de longueur L , on note E son module d'Young et I son moment quadratique par rapport à l'axe Gz .

1. Calculer la charge critique (premier mode d'Euler).
2. On suppose que la poutre est de section carrée, de côté a (Figure 2(b)). Calculer la charge critique en fonction de E , L et a .

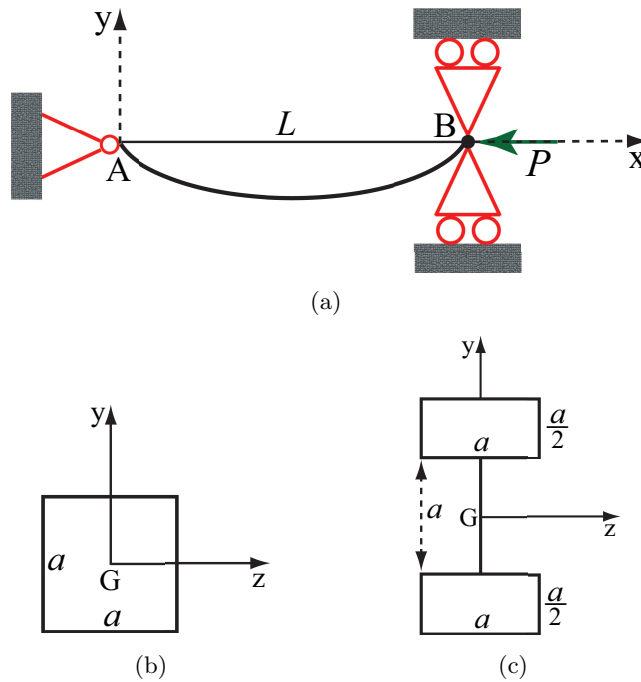


Figure 2: Exercice 2

3. On suppose maintenant que la poutre est profilée (Figure 2(c)). Calculer la charge critique en fonction de E , L et a .
4. Comparer ces deux charges critiques. Quel le meilleur profil à prendre en cas de flambage?

Exercice 3 : Analyse limite (6 points)

Soit la structure ABCD constituée de trois barres de module d'Young $E = 2.10^5$ [MPa] et de section différente, articulée en A, B et C et qui subit une force de traction F au nœud D (Figure 3). On note $L = 1$ [m] la longueur de la barre BD, $S_1 = S = 4$ [cm²] la section des barres AD et CD et $S_2 = 2S$ la section de la barre verticale BD. Les barres AD et CD font un angle de 30° avec la barre verticale BD. On suppose que chaque barre est constituée d'un même matériau élastique parfaitement plastique de limite élastique $R_e = 300$ [MPa].

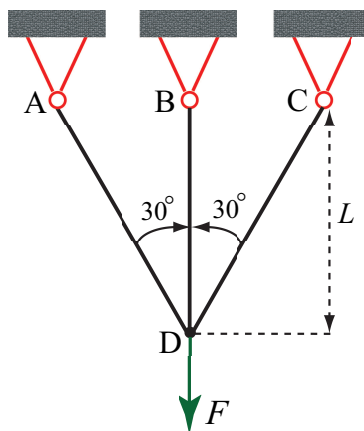


Figure 3: Exercice 3

Première partie : phase élastique

1. Calculer le déplacement du nœud D.
2. Calculer l'allongement dans chaque barre.
3. Calculer les contraintes dans chaque barre.
4. Calculer la charge maximale F_{max} avant le début de l'écoulement plastique.

Deuxième partie : phase plastique

1. Quelle barre entre en premier en plasticité ?
2. Calculer l'allongement dans chaque barre.
3. Calculer la charge maximale F_{max} avant que les autres barres entrent en plasticité.

Exercice 4 : QCM (3 points)

Toute bonne réponse rapporte +0,5 points, réponse incomplète +0,25 et une fausse réponse -0,5 points. Le total de cet exercice variera entre 0 et 3 points. Entourer la ou les bonnes réponses :

1. Quelle est la réserve plastique pour la flexion d'une poutre de section carrée ?

a) 24,4 % b) 33 % c) 50 % d) 60 %

2. Quelle est la réserve plastique pour la torsion d'une poutre de section circulaire creuse, avec un rayon extérieur R égal au double du rayon intérieur r ($R = 2r$) ?

a) 24,4 % b) 33 % c) 50 % d) 60 %

3. Quel est le(s) critère(s) de défaillance le mieux adapté aux métaux ?

a) Tresca b) Von Mises c) Mohr-Coulomb

4. Quel est le(s) critère(s) de défaillance le plus régulier numériquement ?

a) Tresca b) Von Mises c) Mohr-Coulomb

5. En trois dimensions, le domaine de Tresca est représenté par un :

a) prisme de base hexagonale
b) cylindre de base circulaire
c) cylindre de base ellipse

6. En trois dimensions, le domaine de Von Mises est représenté par un :

a) prisme de base hexagonale
b) cylindre de base circulaire
c) cylindre de base ellipse