MQ41

RESISTANCE DES MATERIAUX

"INTRODUCTION AUX CALCULS DES STRUCTURES"

UTBM, le 10 Juin 2022	*Examen Final*	*K-E. ATCHOLI*

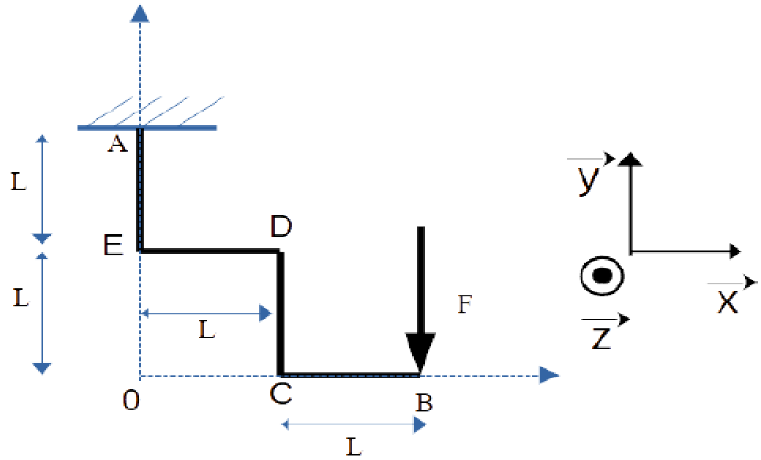
vendredi 10 juin 2022 - 2 heures - aucun document autorisé

E. ATCHOLI - N. LABED - G. SOME

PARTIE I SUR COPIE SEPAREE

Exercice 1 : Méthodes énergétiques - 5 points

Soit la structure AB, constituée de quatre poutres en escalier de longueur L. Elle est encastrée en A. On suppose la structure élastique de module d'Young E constant et de moment quadratique constant I_{Gz}. Cette structure est soumise au point B à une force ponctuelle verticale d'intensité F. On ne considère que les efforts dus à la flexion dans le calcul de l'énergie de déformation.



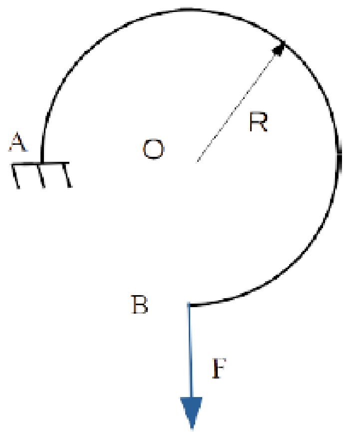
1. Donner le degré d'hyperstatisme de cette structure. 0.25 point
2. Calculer les réactions d'appui. 0.75 point
3. Déterminer le torseur de cohésion tout le long de la structure. 2 points
4. Calculer le déplacement vertical du point B. 2 points

Rappel : l'expression de l'énergie de déformation due à la flexion est

$$W = \frac{1}{2EI} \int_{AB} M_f^2 \, ds$$

Exercice 2 : Poutre circulaire - 5 points

La structure circulaire AB de centre O et de rayon R, est encastrée en A et subit une force verticale F au point B. On suppose la structure élastique isotrope, de module d'Young E et de moment quadratique I. L'angle d'enroulement de cette poutre circulaire est $3\pi/2$.



Dans cet exercice on ne considère dans le calcul de l'énergie de déformation de la poutre que les efforts dus à la flexion.

Rappel : Linéarisation des fonctions trigonométriques :

$$\cos^2(\theta) = \frac{1}{2}(1+\cos(2\theta)) \ ; \ \sin^2(\theta) = \frac{1}{2}(1-\cos(2\theta)) \quad ; \quad \cos(\theta)\,\sin(\theta) = \frac{1}{2}\sin(2\,\theta)$$

1. On souhaite connaître les déplacements horizontal et vertical et la rotation du point B. Que doit-on introduire ? 0.5 point
2. Donner alors l'expression de M_f tout le long de la poutre. 1 point
3. Calculer le déplacement horizontal de B. 1.25 point
4. Calculer le déplacement vertical de B. 1.25 point
5. Calculer la rotation du point B. 1 point

Exercice 3 : QCM - 2 points

Pour chacune des questions suivantes, une seule des quatre propositions est exacte. Toute bonne réponse rapport $+0.25$ point, absence de réponse 0 point et mauvaise réponse -0.25 point.

1. Donner l'unité dans le système international du module d'Young :
   (a) MPa (b) sans unité (c) N/m^2 (d) N/mm^2

2. Donner l'unité dans le système international du coefficient de Poisson :
   (a) MPa (b) sans unité (c) N/m^2 (d) N/mm^2

3. L'expression de la contrainte de flexion est :
   (a) F/S (b) $\dfrac{M_f}{I_{Gz}}y$ (c) T/S (d) $-\dfrac{M_f}{I_{Gz}}y$

4. La contrainte de torsion simple est une contrainte :
   (a) tangentielle (b) normale

5. L'expression du moment quadratique polaire d'une section circulaire creuse de diamètre intérieur D_i et de diamètre extérieur D_e est :
   (a) $\dfrac{\pi(D_e - D_i)^4}{32}$ (b) $\dfrac{\pi(D_e^4 - D_i^4)}{32}$ (c) $\dfrac{\pi(D_e - D_i)^4}{64}$ (d) $\dfrac{\pi(D_e^4 - D_i^4)}{64}$

6. Pour un problème hyperstatique, on utilise la méthode de :
   (a) Castigliano (b) Ménabréa (c) charge fictive (d) Maxwell Betti

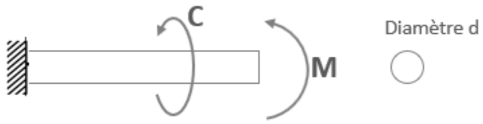
7. Dans le calcul de la flèche par les méthodes énergétiques si on trouve $-FL^3/(EI)$ alors le déplacement du point va :
   (a) vers le haut (b) vers le bas (c) dans le sens de F (d) dans le sens opposé de F

8. La quantité $FL^2/(EI)$ représente :
   (a) un déplacement (b) une contrainte (c) une rotation (d) une force

PARTIE II SUR COPIE SEPAREE

EXERCICE (4 pts)

Un utilisera le critère de Von mises pour tout cet exercice.



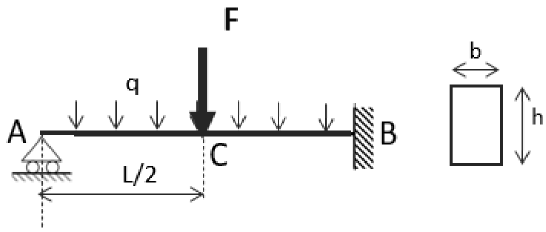
Un arbre de diamètre d est soumis à un moment de flexion M = 120 Nm et à moment de torsion C = 157 N.m La limite élastique du matériau utilisé est Re=750 MPa. et d=15mm

On admettra, sans le démontrer, que l'état de contrainte dans la zone la plus sollicitée de l'arbre est :

$$\bar{\bar{\sigma}}_{ij} = \begin{bmatrix} \sigma & \tau & 0 \\ \tau & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{avec} \quad \sigma = \frac{32M}{\pi d^3} \ \text{et} \quad \tau = \frac{16C}{\pi d^3}$$

Calculer la contrainte équivalente de Von Mises. Y a-t-il plastification ou pas?

EXERCICE (4pts)



Rappel : en flexion, le moment d'effondrement d'une poutre rectangulaire (de section bxh) est donné par : $M_L = \frac{bh^2}{4} R_e$

Calculer la charge limite F_L de la poutre AB ci-dessous. Dans cet exercice, on tient compte du poids propre la poutre. Ce poids propre poutre est assimilée à une charge répartie q

A.N : b = h = 30mm, L = 500 mm q = 0.07 N/mm, Re = 300 MPa (Limite d'élasticité)