
CONCEPTS D'ANALYSE LIMITE ET CONTRAINTES RÉSIDUELLES

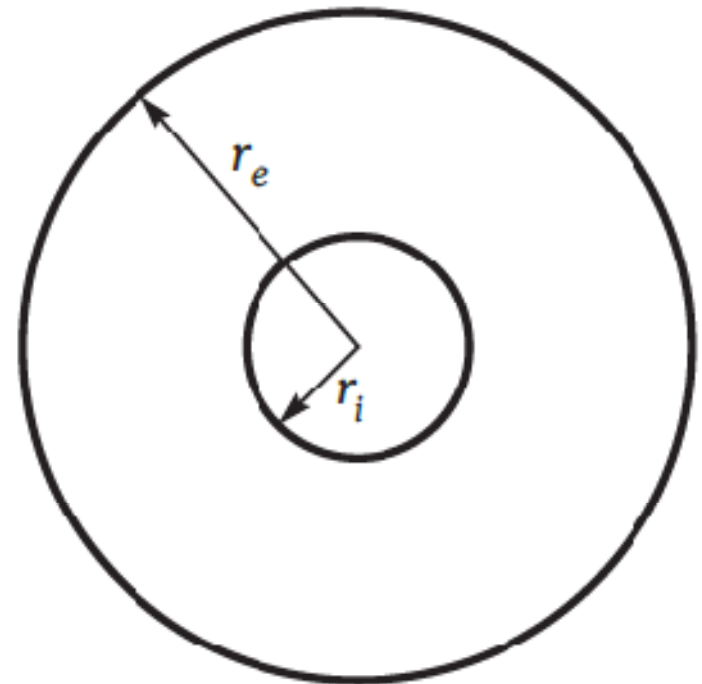
Concepts d'analyse limite et contraintes résiduelles

Problème 12.1

Un cylindre évidé ayant un rayon extérieur r_e et un rayon intérieur r_i est soumis à un couple de torsion. Établir le rapport $K = T_L/T_Y$, où T_L est le couple correspondant à l'écoulement complet du cylindre et T_Y , le couple correspondant au début de l'écoulement.

Réponses :

$$\text{Avec } \alpha = \frac{r_i}{r_e}, \quad K = \frac{4(1 + \alpha + \alpha^2)}{3(1 + \alpha)(1 + \alpha^2)}.$$



Concepts d'analyse limite et contraintes résiduelles

Problème 12.2

On soumet à un moment de flexion une poutre de section circulaire pleine ayant un rayon r .

Établir le rapport $K = M_L/M_Y$ entre le moment M_L correspondant à l'écoulement complet (moment limite) et le moment M_Y correspondant au début de l'écoulement de la poutre.

Réponses :

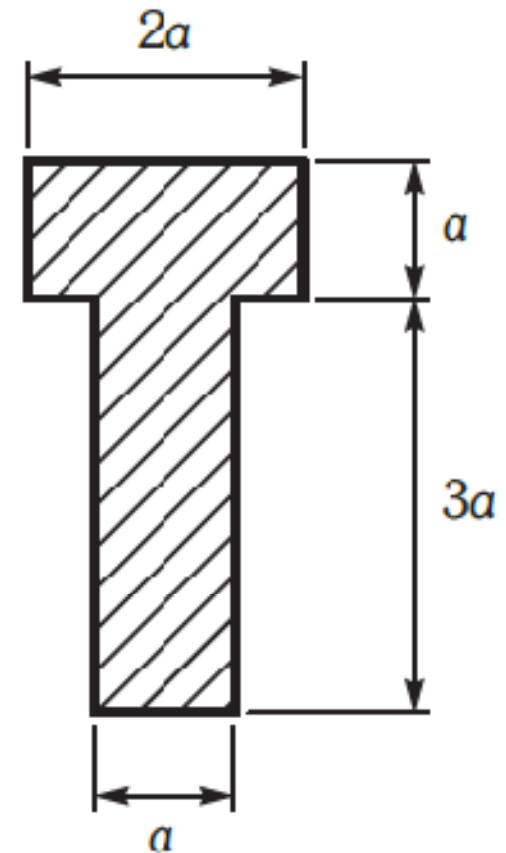
$$K = \frac{16}{3\pi}$$

Concepts d'analyse limite et contraintes résiduelles

Problème 12.3

On applique un moment de flexion à une poutre ayant la section en T illustrée.

Établir le rapport $K = M_L/M_Y$ entre les moments M_L et M_Y correspondant respectivement à l'écoulement complet et au début de l'écoulement de la poutre.



Réponses :

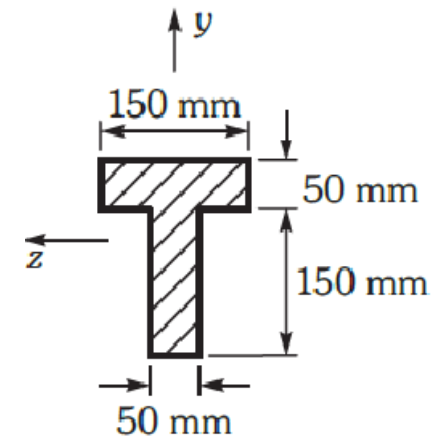
$$K = 1,673$$

Concepts d'analyse limite et contraintes résiduelles

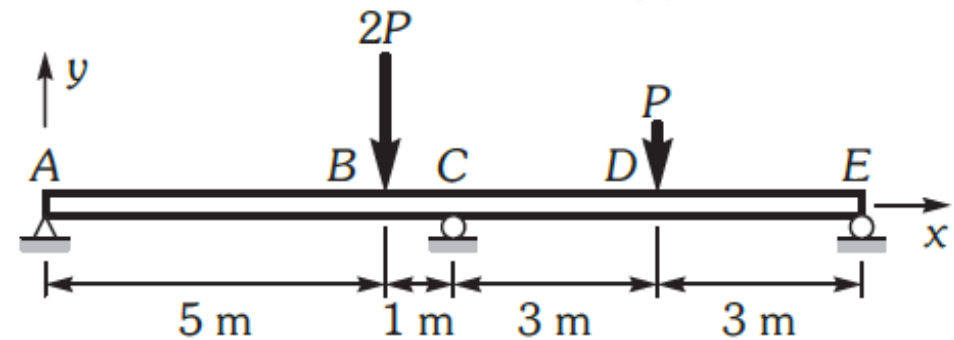
Problème 12.4

La figure (a) montre une poutre continue qui a des appuis en A , en C et en E et qui doit supporter deux charges concentrées $2P$ et P . La figure (b) illustre la section droite en T de cette poutre.

Calculer la valeur de P correspondant à l'effondrement de la poutre si la limite d'écoulement S_Y du matériau est de 240 MPa.



(b)



(a)

Réponses :

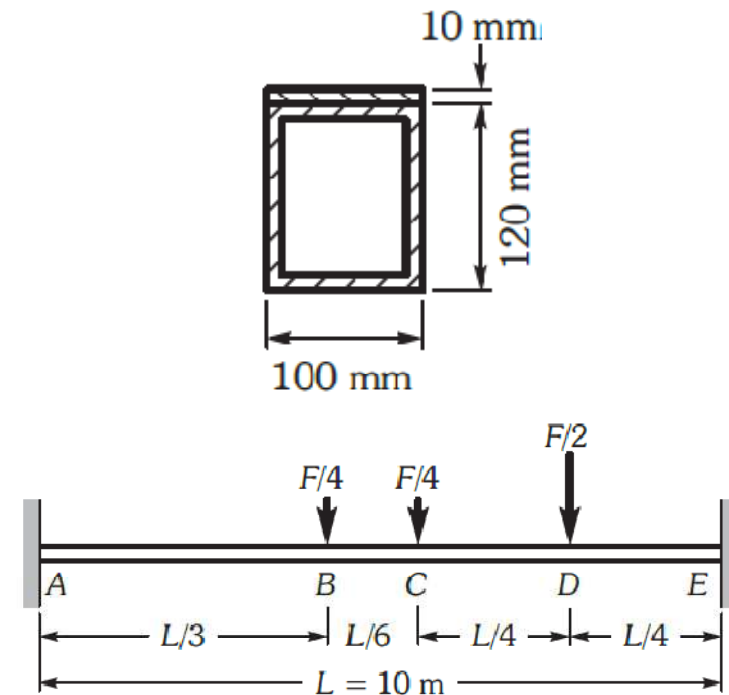
$$P_L = 180 \text{ kN}$$

Concepts d'analyse limite et contraintes résiduelles

Problème 12.8

La poutre $ABCDE$ supporte trois charges concentrées en B , en C et en D ; ces charges sont exprimées en fonction d'une force F . Le matériau utilisé a une contrainte d'écoulement S_Y de 400 MPa. On désigne par F_L la valeur de F qui correspond au début de l'effondrement de la poutre.

- Déterminer, en fonction de la longueur L et du moment limite M_L , la valeur de la force F_L .
- Tracer le diagramme des moments fléchissants lorsque $F = F_L$.
- La section de la poutre est un rectangle évidé de 100 mm \times 120 mm de dimensions extérieures et de 10 mm d'épaisseur uniforme. Elle a été renforcée par une plaque de section de 100 mm \times 10 mm. En tenant compte de ces caractéristiques, calculer la valeur de F_L .



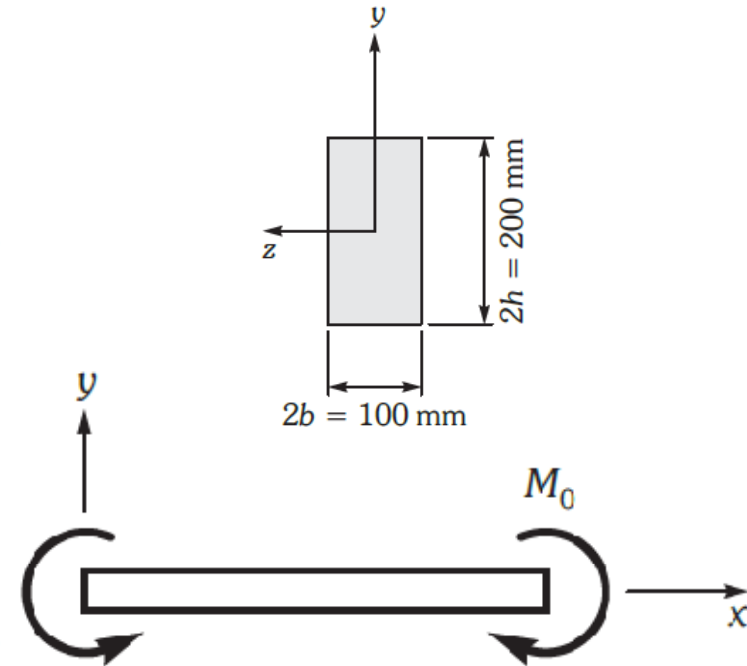
- Réponses :**
- $F_L = 12 \frac{M_L}{L}$
 - $M_A = -M_L$; $M_B = \frac{2M_L}{3}$; $M_C = M_L$; $M_D = \frac{3M_L}{4}$; $M_E = -M_L$.
 - $F_L = 102,0 \text{ kN}$

Concepts d'analyse limite et contraintes résiduelles

Problème 12.9

Une poutre, dont la direction longitudinale est orientée dans le sens de l'axe des x , est soumise à un moment de flexion pure M_0 dans la direction de l'axe des z . Sa section droite est rectangulaire : base $2b = 100$ mm ; hauteur $2h = 200$ mm. La limite d'écoulement S_Y du matériau, qu'on suppose élastique-parfaitement plastique, est de 200 MPa. Lorsque $M_0 = 175$ kN·m :

- établir la répartition des contraintes résiduelles, si le moment appliqué est ensuite enlevé ;
- calculer la valeur extrême du moment M_S , dans le sens inverse du moment de départ M_0 , qu'on peut appliquer sans atteindre la limite d'écoulement du matériau.



Soit y en millimètres, l'ordonnée des fibres par rapport à l'axe neutre, et σ_x , la contrainte normale en mégapascals.

Réponses :

- $\sigma_x = 0,643y$ pour $0 \leq y \leq 61,2$;
 $\sigma_x = 200 - 2,625y$ pour $61,2 < y \leq 100$.
- $M_S = 266,67$ kN·m