

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION MAI 2019

Documentation: Permise
Calculatrice : Seuls les modèles autorisés
Durée : 3 heures

14-MT-A5: Comportement mécanique et rupture des matériaux

Question 1 (20 pts.):

Expliquez pourquoi le fait d'ajouter une contrainte en compression lors de la mise en forme d'un métal polycristallin permet d'augmenter significativement la déformation qu'il peut subir? Vous pouvez vous aider de schémas et graphiques afin d'étayer vos explications.

Question 2 (20 pts.):

La règle d'incompressibilité d'un matériau est exprimée correctement lorsque la déformation vraie est utilisée i.e. $\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 = 0$. Montrez qu'en utilisant la relation basée sur la déformation conventionnelle $e_1 + e_2 + e_3 = 0$, l'égalité n'est possible que pour les très petites déformations.

Question 3 (20 pts.):

Suite à un essai de traction jusqu'à sa rupture d'un métal polycristallin ductile, on remarque typiquement que les faciès de rupture sont de forme coupe-et-cône. Expliquez clairement les mécanismes qui sont à l'origine de cette géométrie.

Question 4 (20 pts.):

La rupture en fatigue des métaux ductiles polycristallins suit typiquement trois stades bien distincts. Décrivez précisément ces trois stades et les mécanismes qui y prévalent menant à une rupture complète du métal.

Question 5 (10 points):

Considérez un matériaux composite à matrice organique (Ex : Époxy) renforcée de fibres continues unidirectionnelles (Ex : fibres de carbone). a) Tracez un schéma approximatif de l'allure qu'aurait la courbe force-déplacement mesurée lors d'un essai de traction effectuée avec une éprouvette de ce matériau dont les fibres seraient orientées dans la direction parallèle à l'axe d'application de la contrainte en traction (5 pts). b) Est-ce que le résultat serait identique si l'éprouvette de traction était fabriquée de façon à ce que les renforts soient orientés perpendiculairement à l'axe d'application de la charge? Justifiez clairement (5 pts).

Question 6 (10 points):

Le Polyéther Éther Cétone (PEEK) est un polymère semi-cristallin dont le pourcentage de cristallinité maximale est de 48%. Sa température de transition vitreuse est de 143°C et son point de fusion est de 335°C. Quel devrait être l'approche à utiliser lors de l'élaboration d'une pièce en PEEK à partir de son état fondu si vous vouliez :

- a) Maximiser le module d'élasticité en traction de la pièce finie (3 pts)?
- b) Maximiser la résistance en traction de la pièce finie (3 pts)?
- c) Maximiser la ductilité de la pièce finie (4 pts)?