

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION AUTOMNE 2015

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

STRUCTURE DES MATÉRIAUX
14-MT-A4

- *Cet examen contient un maximum de 81 points, qui seront convertis sur 100.*
- *Répondez à toutes les questions.*

Question 1. (2 points)

Quel est l'angle formé entre les directions [100] et [111] dans un système cubique?

Question 2. (4 points)

Une barre de 1.25 cm de diamètre est soumise à une charge de 2,500 kg. Calculez la contrainte imposée sur cette barre en MPa.

Question 3. (4 points)

Quelles sont les 4 règles de Hume-Rothery pour définir la solubilité d'un élément en solution dans un solvant?

Question 4. (4 points)

Calculer le rayon du plus grand site interstitiel de la maille austénitique (cubique face centrée) du fer. Le rayon atomique du fer dans la maille CFC est de 0.129nm, et le plus grand site interstitiel correspond aux points génériques $(\frac{1}{2} 0 0)$, $(0 \frac{1}{2} 0)$, $(0 0 \frac{1}{2})$, etc.

Question 5. (5 + 2 points)

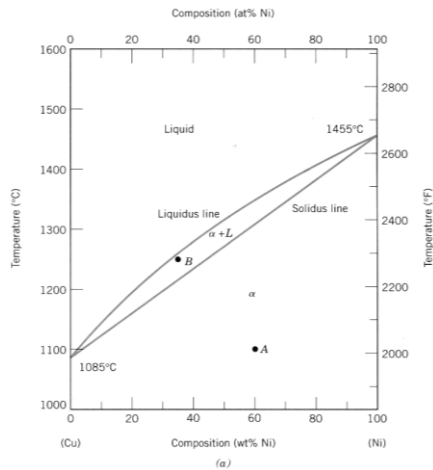
Nommez cinq composants qui sont fabriqués par le procédé de fonderie. Pourquoi est-ce que les procédés de fonderie sont si populaires.

Question 6. (4 points)

Calculer la densité atomique planaire du plan (120) de la maille cubique face centrée du cuivre en atome par mm^2 . Le paramètre de maille est 0.361nm.

Question 7. (5 + 5 + 5 points)

- a) Décrire et dessiner l'évolution de la microstructure durant la solidification de l'alliage Cu-20Ni.
- b) Décrire et dessiner l'évolution de la microstructure durant la solidification rapide (splat quenching) de l'alliage Cu-20Ni.
- c) Est-il acceptable de considérer qu'un alliage 50Cu-50Ni atomique sera l'alliage avec la résistance mécanique maximale? Justifier votre réponse en utilisant un raisonnement scientifique et/ou des calculs.



Question 8. (10 points)

Pour deux éléments, A et B, qui sont liés par un lien ionique, les énergies d'attraction et de répulsion E_A et E_R (en électron volts par paire A-B) dépendent de la distance (r en nanomètres) entre les deux ions, et suivent les équations suivantes:

$$E_A = \frac{-1.43}{r} \quad \text{et} \quad E_R = \frac{6.73 \cdot 10^{-6}}{r^8}$$

Déterminer la distance à l'équilibre entre ces deux éléments ainsi que la force requise pour briser le lien atomique. ($1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$)

Question 9. (3 points)

Dessiner et expliquer la courbe contrainte-déformation de l'ingénieur, et indiquer les points critiques.

Question 10. (2 points)

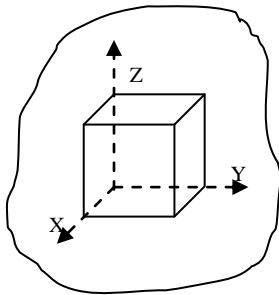
Suite à la formation d'un lien ionique, pourquoi le sodium ion est plus petit que le sodium atome?

Question 11. (10 points)

S'il faut 9×10^3 minutes pour recristalliser un pièce de cuivre à 88°C, et 200 minutes à 135°C, quelle est l'énergie d'activation pour ce procédé, considérant que le procédé obéit à la relation d'Arrhenius et que le temps pour la recristallisation = $Ce^{+Q/RT}$, où R: 8.3144 J/(mol*K) et T est en kelvin?

Question 12. (10 points)

Calculer la contrainte devant être appliquée dans la direction [001] d'une maille élémentaire cubique face centrée de nickel pour activer le système de glissement suivant : (111) [0 -1 1]. La contrainte en cisaillement critique du Ni est 5.6 MPa.

**Question 13. (6 points)**

Compléter le tableau suivant :

Définition	Réponse
Un traitement thermique utilisé pour adoucir un métal.	
Un ion possédant une charge négative.	
La capacité d'un métal d'exister sous deux structures cristallines ou plus	
Le procédé de déplacement des atomes les uns sur les autres lors de la déformation permanente d'un métal.	
Le procédé par lequel un métal écroui qui est chauffé à une température et durée suffisantes pour générer des grains sans contrainte.	
L'unité de répétition dans une maille.	