

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION MAI 2017

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

## Structure des Matériaux 14-MT-A4

Répondez à toutes les questions. Examen à livres ouverts.

### Question 1 (10+4+4 points)

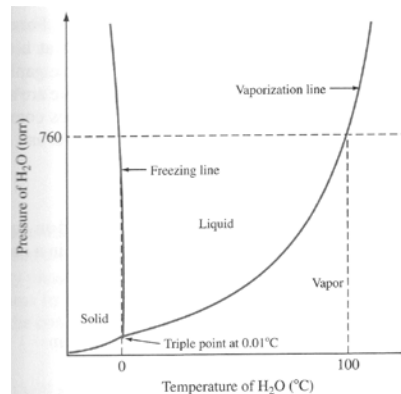
- Expliquer clairement les différences entre la germination homogène et la germination hétérogène lors de la solidification d'un métal.
- Un échantillon d'un alliage d'aluminium de 1,25 cm de diamètre est assujéti à une charge de 12000 kg. Si le diamètre de l'échantillon est de 1,21 cm sous cette charge, déterminer (1) la contrainte et la déformation et (2) la contrainte et la déformation vraie.
- Lors de la fabrication de formes complexes en utilisant un procédé d'emboutissage, les propriétés mécaniques comme la limite élastique, la résistance ultime et la ductilité ont des valeurs différentes, dépendant de l'endroit où le matériel est testé. (1) Comment expliquer ce phénomène au point de vue microscopique? (2) Est-ce que ces différences seraient apparentes durant l'extrusion à chaud?

### Question 2 (6+5+6+5 points)

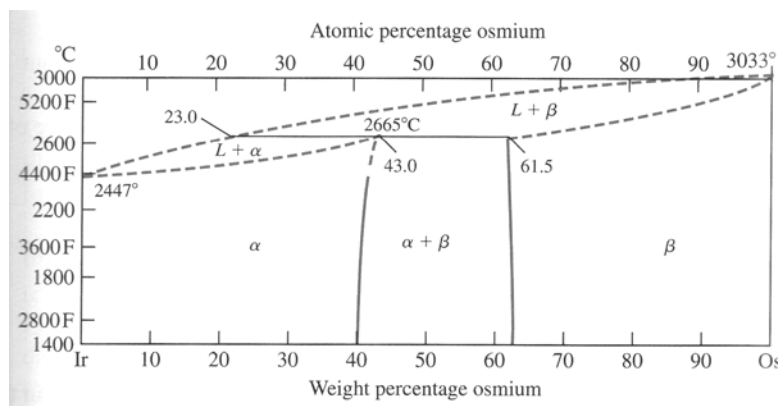
- Calculer le rayon des atomes du fer CC et du fer CFC, respectivement. Le paramètre de maille pour les deux structures cristallines est 0.286 et 0.357 nm. Quel est le facteur de compaction pour ces deux structures?
- Distinguer la relation entre l'énergie d'empilement des défauts et les transformations de phases à l'état solide.
- Décrire le mécanisme de Zener pour la réduction de la mobilité des joints de grains.
- Un monocristal de Ni (C.F.C.) est orienté dans la direction [100], direction parallèle à l'axe de la tige. (1) Nommer le système de glissement actif lors de l'écoulement du Ni. (2) Combien de systèmes de glissement peuvent potentiellement être actifs simultanément lorsqu'une charge est appliquée parallèlement à cette orientation cristallographique?

### Question 3 (3+4+4+20 points)

- a) Écrire la règle des phases de Gibbs et définir chacun de ces termes.
- b) En se référant au diagramme d'équilibre pression-température de l'eau ci-joint, (1) combien de variables indépendantes sont présentes au point triple? (2) combien de variables indépendantes sont présentes sur la frontière d'ébullition?



- c) Quelles sont les quatre règles de Hume-Rothery pour déterminer la miscibilité d'un élément dans un autre?
- d) En utilisant le diagramme d'équilibre iridium-osmium, faites l'analyse des phases pour un alliage contenant 40%p/p Ir aux températures suivantes : (1) 2600°C, (2) 2665°C +dT and (3) 2665°C. Lors de l'analyse des phases, indiquer les phases présentes, leurs compositions chimiques, la fraction de chacune des phases et dessiner les microstructures (être le plus précis et clair possible, identifier les phases sur les microstructures).



### Question 4 (15 points)

Un alliage d'une composition inconnue est chauffé jusqu'à une température  $T_1$  et est trempé rapidement jusqu'à la température de la pièce  $T_3$ . Après la trempe, les mesures de duretés sont faibles. Le matériau fut laminé à froid et réchauffé à une

température intermédiaire  $T_2$  pour une courte période de temps. Les duretés, mesurées à la température de la pièce, ont augmentées progressivement jusqu'à un maximum. Spéculer sur la nature du diagramme de phase correspondant à cet alliage, la composition approximative de l'alliage et les températures approximatives des traitements thermiques ( $T_1$  et  $T_2$ ). Décrire quel mécanisme de durcissement est responsable de la variation de la dureté en fonction du temps pour cet alliage.

**Question 5 (3+3+4+4 points)**

- a) Parmi les gaz inertes suivants: He, Ar et Rn, lequel possède la moins grande réactivité et pourquoi?
- b) Écrire la structure électronique des ions suivants en utilisant la notation *spdf*:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{B}^{3+}$  and  $\text{Ti}^{4+}$ .
- c) Le méthanol ( $\text{CH}_3\text{-OH}$ ) possède un point d'ébullition beaucoup plus bas que l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Expliquer ce phénomène en considérant les liens atomiques entre les molécules de ces deux substances.
- d) Pourquoi le diamant est un matériau si dur? Combien d'atomes sont présents dans une maille simple de diamant?