

DEVOIR SURVEILLE

Science des Matériaux

Enseignante : Taysir REZGUI

Classe : 1^{ère} année

Section : Génie industriel - Génie mécanique

Durée : 1h30

Documents : non autorisés

Nombre de pages : 3

Exercice 1 - Question du cours

1. Donner les différentes classes des matériaux, ainsi que leurs principales caractéristiques.
2. Expliquer le phénomène de diffusion.
3. Expliquer en quoi les procédés de fabrication influencent les propriétés des matériaux.

Exercice 2 -Etude des systèmes cristallographiques du fer

À l'état solide, le fer pur présente la particularité de voir sa structure cristalline changer en fonction de la température. De tels changements de structure cristalline, affectant un élément ou un composé chimique à l'état solide, sont appelés des transformations allotropiques. Dans le cas du fer pur, sa structure cristalline en fonction de la température est donnée ci-dessous:

- $\theta < 910\text{ }^{\circ}\text{C}$ structure cubique centrée (C.C), appelée ferrite α .
- $910\text{ }^{\circ}\text{C} < \theta < 1394^{\circ}\text{C}$ structure cubique à faces centrées (C.F.C), appelée austénite γ .
- $1394^{\circ}\text{C} < \theta (^{\circ}\text{C}) < 1535^{\circ}\text{C}$ structure cubique centrée (C.C), appelée ferrite δ .

Nous nous intéresserons à la ferrite α et à l'austénite γ qui jouent un rôle important dans le traitement thermique des aciers.

On donne : le diamètre d'un atome de fer est égal à 0.251 nm vers $910\text{ }^{\circ}\text{C}$, la masse molaire du Fer : $M_{\text{Fe}} = 55.85\text{ g/mol}$, le nombre d'Avogadro $N_A = 6.022 \cdot 10^{23} / \text{mol}$

1. Quels sont les indices des directions de plus forte densité atomique dans la ferrite α et dans l'austénite γ ?
2. Quels sont les indices de Miller des plans de plus grande densité atomique dans la ferrite α et dans l'austénite γ ?
3. Quelle est la valeur du paramètre a de la maille de la ferrite α et de celle de l'austénite γ ?
4. Quelle est la masse volumique ρ de ferrite α à $909\text{ }^{\circ}\text{C}$ et d'austénite γ à $911\text{ }^{\circ}\text{C}$?
5. Calculer la compacité de ferrite α et d'austénite γ . Expliquer l'évolution de la compacité en présence de dislocation dans une structure cristalline du fer ?
6. Combien y a-t-il des sites tétraédriques, par maille, situés en $(a/2, a/4, 0)$ sur les faces d'un cube pour les deux structures cristallines de ferrite α et de l'austénite γ ? Calculer le rayon

maximal R_i de la sphère que l'on peut insérer dans chacun des sites tétraédriques de ces structures, ainsi que les rapports $\frac{R_{i\alpha}}{R_\alpha}$ et $\frac{R_{i\gamma}}{R_\gamma}$.

7. Lorsque la température d'une masse m de fer baisse de 911°C à 909°C , que se passe-t-il au niveau de la structure? Quantifiez la variation de volume de cette masse refroidit.

Exercice 3 : Diagramme de phases Al – Li

Grâce à sa très faible masse volumique, le lithium est utilisé, en faible concentration ($\%m < 10\%$), comme élément d'alliage dans l'aluminium pour produire des alliages destinés principalement à l'aéronautique.

Le diagramme d'équilibre Aluminium (Al) – Lithium (Li) est présenté ci-dessous. La température du diagramme est donnée en Kelvin (K). Les coordonnées de certains points du graphe sont données comme suit :

- M [$T = 868\text{ K}$, $X_{\text{Li}} = 0.24$]
- N [$T = 978\text{ K}$, $X_{\text{Li}} = 0.5$]
- Q [$T = 793\text{ K}$, $X_{\text{Li}} = 0.6$]
- R [$T = 607\text{ K}$, $X_{\text{Li}} = 0.6923$]

- 1) Quels sont les composés définis présents sur le diagramme Al - Li? Lesquels sont stœchiométriques?
- 2) Indexer le diagramme (*sur la feuille à retourner*) en précisant le nombre de phases de chaque domaine. Préciser, pour chaque point caractéristique du diagramme, le type de la transformation et son équation d'équilibre.
- 3) Quelle doit être la composition nominale C_0 (en $\%m$) en Li d'un alliage qui, à 700 K , contient 50% m de liquide ?
- 4) Pour des alliages contenant respectivement 20% et 80% de Li. Calculer la proportion de chaque phase présente dans ces alliages à $T=500\text{ K}$.
- 5) Quelle est la teneur théorique maximale en lithium (en $\%m$. Li) de ces alliages ?
- 6) À quelle température optimale doit être fait la mise en solution des alliages en lithium?
- 7) à partir de l'état liquide, à 1000K , tracer les courbes de refroidissement des alliages de compositions suivantes:
 - a) $C_0 = 24\% \text{ Li}$
 - b) $C_0 = 50\% \text{ Li}$
 - c) $C_0 = 70\% \text{ Li}$

Document à retourner avec la feuille de l'examen**Nom - Prénom :****Classe :**