

EXAMEN SEMESTRIEL

Propriétés des Matériaux

Licence Appliquée en Génie Mécanique LA_GMI

1^{ère} Année

Durée allouée : 1h30min

Janvier 2011

Nom. Prénom : Classe : N° de place :

DOCUMENTS NON AUTORISES

NB : L'examen comporte trois exercices indépendants. Ils peuvent être traités dans un ordre quelconque.

EXERCICE 1 : Questions aux choix multiples (QCM) (7 points)

On vous demande dans cette partie de cocher la seule bonne réponse (de la question 1. à 4.).

1. Que devrait être l'éprouvette Charpy qui a été utilisée pour un acier (A) dont le résultat obtenu est : $K_{CV}(A) = 10 \text{ J/Cm}^2$

Entaillée en V

Entaillée en U

2. Le Fer (Fe) est un métal. La réciproque est vraie

Oui

Non

3. Les métaux sont généralement

Isolants

Transparents

Opaque

4. la propriété opposée à la ductilité est :

Ténacité

Fragilité

Rigidité

5. Quelles sont les propriétés mécaniques (Nom, Symbole et Unités) qui peuvent être déterminées à partir des essais : Rockwell C et CHARPY. Pour cela, on vous demande de remplir le tableau suivant.

	Propriété	Symbole	Unité
Essai Rockwell C
Essai Charpy

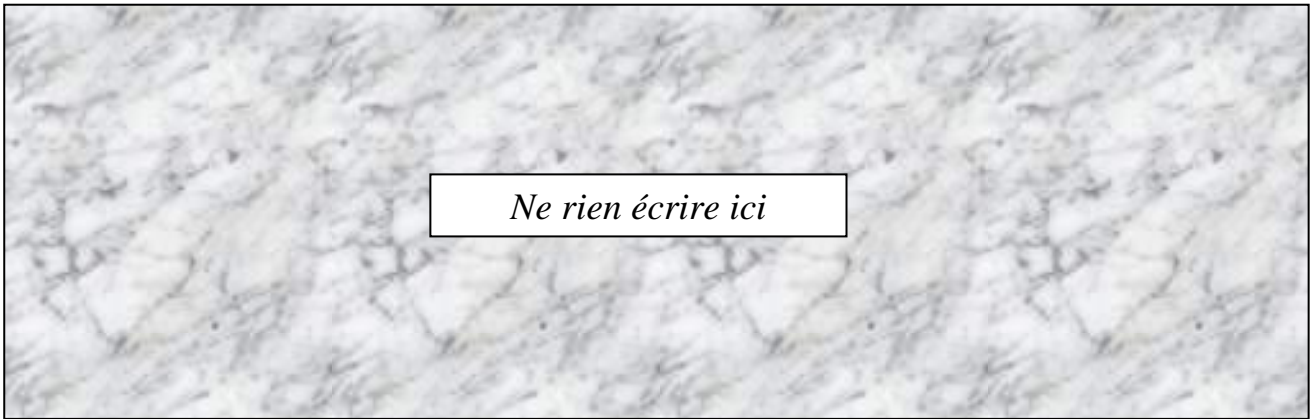
EXERCICE 2 : Structures cristallines : Variétés allotropiques du Fer (7 points)

Les variétés allotropiques du Fer résident dans le fait qu'il change de structure avec l'augmentation de la température. Ceci, offre la possibilité de mettre en œuvre une large variété de traitement thermique au profit de construire un matériau « sur mesures » aux propriétés recherchées. Sous une pression atmosphérique de 1 bar, le fer existe sous différentes formes cristallographiques qui dépendent de la température, à noter :

✓ Fer α si $T < 910^\circ\text{C}$: Structure Cubique Centrée (CC)

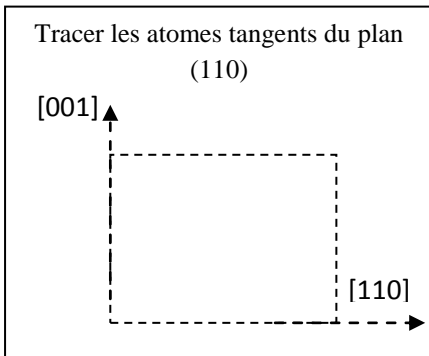
✓ Fer γ si $910^\circ\text{C} < T < 1394^\circ\text{C}$: Structure Cubique à Faces Centrées (CFC)

6. Etude du Fer α de structure CC :



Ne rien écrire ici

6.1. Etablir la relation reliant le rayon atomique (r_a) et le paramètre de maille (a) (on vous rappelle que les atomes sont tangents selon les plans de la famille $\langle 110 \rangle$)



Calcul du $r_a = f(a)$

.....

.....

.....

Déduire la densité surfacique notée \bar{w} :

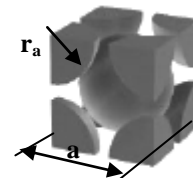
.....

.....

.....

6.2. Calculer la compacité de cette structure de paramètre de maille (a) et du rayon atomique (r_a) (consulter la figure ci-dessous).

On vous rappelle que la compacité C_v est donnée par :

$$C_v = \frac{\text{Volume occupée par la matière}}{\text{Volume total de la maille}}$$


.....

.....

.....

.....

.....

6.3. Calculer le paramètre de maille (a) et déduire la masse volumique du fer α ? (On donne $r_a = 1,26 \text{ \AA}$, Masse molaire du fer $M(\text{Fe}) = 55.8 \text{ g.mol}^{-1}$ et $N_a = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

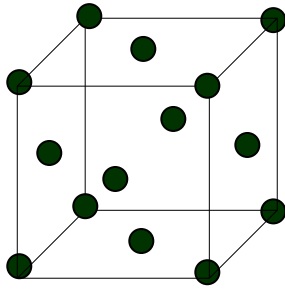
.....

.....

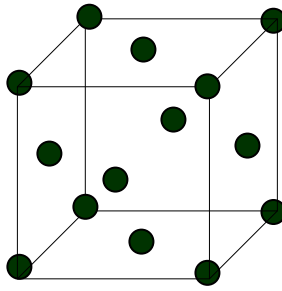
.....

7. Etude du Fer γ de structure CFC:

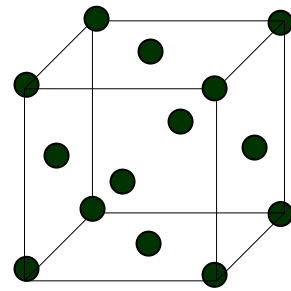
7.1. Tracer sur les figures suivantes les plans cristallins $(\bar{2}13)$, (201) et $(\bar{1}12)$. Indiquer pour chaque cas l'origine choisi par une croix (X).



a) $(\bar{2}13)$



b) (201)



c) $(\bar{1}12)$

7.2. Tracer sur les mêmes figures a. b. et c. de la question 7.1 la direction cristalline $[1\bar{1}1]$

7.3. Vérifier par le calcul si cette direction appartient (ou non) à chacun des plan tracés ?

.....

.....

.....

7.4. Remplir le tableau ci-dessous pour déterminer la direction la plus dense (toujours pour une structure CFC) parmi les directions cristallines $[1\bar{1}1]$, $[20\bar{1}]$ et $[110]$

	<i>Schémas illustratif</i>	<i>Calcul de la distance interatomique $d_{[uvw]}$</i>
$[1\bar{1}1]$	
$[20\bar{1}]$	
$[110]$	
Comparer et déduire la direction la plus dense	

EXERCICE 3 : Comportement des polymères et des matériaux composites (7 points)

Un composite est fait d'une matrice d'époxy renforcée de fibres de verre continues alignées. La fraction volumique V_f de renfort est égale à 35 %. Les propriétés mécaniques des constituants sont données ci-dessous.

	E (GPa)	Re (MPa)	Rm (MPa)	A_f (%)
Epoxy	5	30	40	4.5
Fibre de verre	65	-	260	-

8. Déterminer le module d'Young E (en GPa) de ce composite ?

.....
.....
.....

9. Calculer ϵ_f et ϵ_m à l'instant de leur rupture. Conclure.

.....
.....
.....
.....

10. Quelle est la résistance à la traction R_{mc} (en MPa) du composite (consulter le formulaire) ?

.....
.....
.....
.....

11. Lorsque ce composite est soumis à une contrainte de traction, démontrer que le rapport $r = \frac{F_f}{F_m} = \frac{E_f V_f}{E_m V_m}$ où F_f est la force supportée par les fibres et F_m celle supportée par la matrice. Faire l'application numérique.

.....
.....
.....
.....

On désire fabriquer un composite à matrice d'époxy avec des fibres de type Kevlar 49

12. Déterminer la fraction volumique de ces fibres de type Kevlar 49 pour obtenir la même rigidité du composite E_C calculée dans la question 8.

On vous donne la rigidité des fibres Kevlar 49 : $E_k=130\text{GPa}$.

.....
.....
.....

Formulaire :

$R_{mc} = R_{mf} \cdot V_f + (1 - V_f) \cdot \sigma_m$ Avec $\sigma_m = E_m \cdot \epsilon_f$ si $\epsilon_f < \epsilon_m$ (rupture de fibre avant la matrice)

$R_{mc} = \sigma_f \cdot V_f + (1 - V_f) \cdot R_{mm}$ Avec $\sigma_f = E_f \cdot \epsilon_m$ si $\epsilon_f > \epsilon_m$ (rupture de la matrice avant les fibres)