

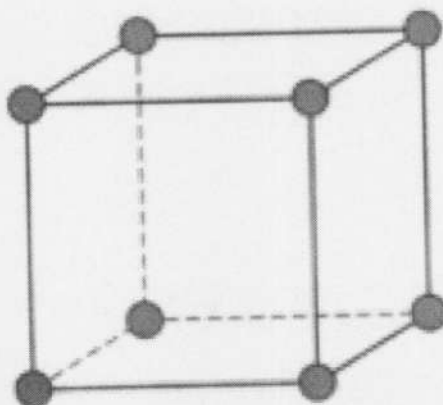
Question 1 (30 points)

La maille ci-dessous (maille a) est du type cubique simple (CS).

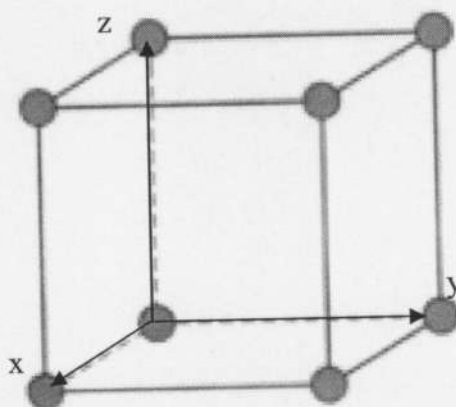
Il vous est demandé de :

- a) Calculer la compacité de la maille CS en vous basant sur le fait que les atomes du réseau sont en contact (« se touchent »). Cette valeur est-elle plus élevée ou moins élevée que celle de sa « cousine » la maille cubique faces centrées (CFC) ? Vous pouvez-vous aider de la maille (a)*
- b) En considérant que les dislocations se déplacent dans les plans compacts et suivant les directions compacts, identifiez, en les indexant, tous les systèmes de glissement possibles de la structure CS. Représentez un de ces systèmes dans la maille b)*
- c) On effectue un test de traction sur un monocristal CS. La direction de traction est $[1\ 1\ 2]$. Le système d'axes de référence est donné dans la maille (c). Représentez la direction de traction dans la maille (c). Sachant que la cisssion résolue critique $\tau_c = 50\text{ MPa}$, calculez la limite élastique de ce monocristal.*
- d) Sur un graphe, comparez le module de Young et la limite élastique que vous auriez obtenus si le test de traction avait été réalisé suivant la direction $[0\ 0\ 1]$. Justifiez vos réponses*
- e) A partir de l'énergie $U(r)$ associée à l'interaction entre deux atomes distants d'une distance r , expliquez pourquoi le coefficient de dilatation des matériaux cristallins augmente quand le module de Young chute.*

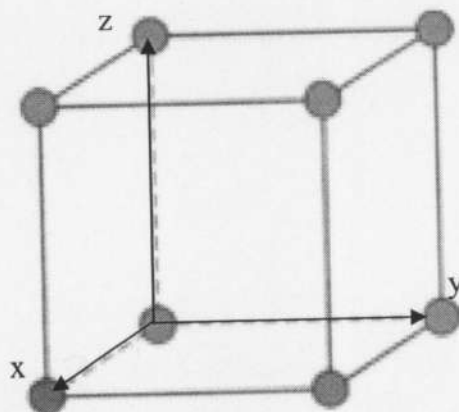
a)



b)



c)



CHIM-H-300 « Science des matériaux »

Nom :

Prénom :

Examen écrit – S. Godet

Spécialité :

1 juin 2012

Question 1

Question 2 (25 points)

- a) *Explain the enthalpic and entropic origins of the elastic behaviour of materials. Do not hesitate to use drawings, graphs, etc. For both behaviours, provide one example of a material exhibiting such behaviour (including temperature range, if necessary).*
- b) *Can you define what the glass transition temperature of a polymer is? It is important that you stress the physical mechanisms involved.*
- c) *Using a graph, explain the evolution of the volume of a polymer during cooling from the liquid state. In particular, illustrate the 3 following cases:*
- i. The polymer crystallises completely during cooling (infinitely slow cooling rate)*
 - ii. The polymer remains completely amorphous (fast cooling rate)*
 - iii. The polymer crystallizes partially and is thus semi-crystalline (intermediate cooling rate)*
- d) *PET (polyethylene terephthalate)), is a semi-crystalline polymer. Explain how Young's Modulus (E) of such a polymer changes with temperature (T). Make a graph and provide the order of magnitude on both axes (T and E). In particular, explain how the molar mass and the degree of crystallinity will influence this evolution. Show this on the same graph.*

CHIM-H-300 « Science des matériaux »

Nom :

Prénom :

Examen écrit – S. Godet

Spécialité :

1 juin 2012

Question 2

CHIM-H-300 « Science des matériaux »

Nom :

Prénom :

Examen écrit – S. Godet

Spécialité :

1 juin 2012

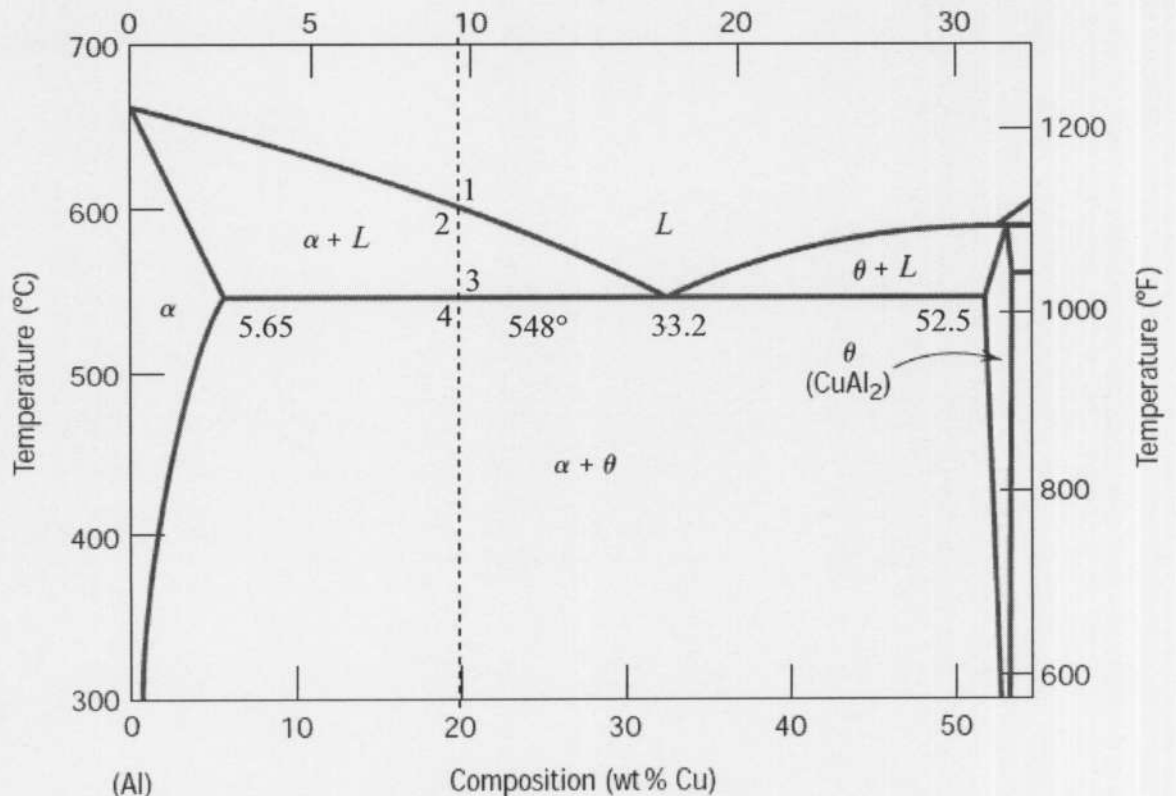
Question 2

Question 3 (30 points)

- a) Lors de la solidification d'un alliage, la croissance de la phase solide se fait sous la forme de dendrites. Expliquez en détails ce qui est à l'origine de ce phénomène. Aidez-vous de dessins.
- b) A partir du diagramme de phase Al/Cu donné ci-dessous, décrivez la solidification d'un alliage Al/20% (en poids) Cu à partir de la température de 700°C. En particulier, caractérisez la microstructure (compositions et proportions des différentes phases) juste au-dessus et en-dessous de chaque ligne de transformation (points 1 à 4). Accompagnez d'un dessin schématique de la microstructure aux différentes étapes.
- c) Les alliages Al/Cu sont couramment utilisés dans des applications aéronautiques. En effet, ils peuvent être durcis (augmentation de la limite élastique) grâce à un traitement thermique visant une précipitation contrôlée de la phase θ .

c.1) Expliquez pourquoi les précipités influencent la limite élastique et, en particulier, expliquez l'évolution de la limite élastique avec la taille des précipités. Aidez-vous de graphiques, dessins et décrivez clairement les phénomènes physiques qui sont en jeu.

c.2) On vous donne une tôle d'un alliage de composition Al/4% (en poids). Il vous est demandé d'optimiser sa limite élastique par une précipitation contrôlée. Expliquez les différentes étapes du traitement thermique que vous allez mettre en œuvre afin d'atteindre ce but.



CHIM-H-300 « Science des matériaux »

Nom :

Prénom :

Examen écrit – S. Godet

Spécialité :

1 juin 2012

Question 3

CHIM-H-300 « Science des matériaux »

Nom :

Prénom :

Examen écrit – S. Godet

Spécialité :

1 juin 2012

Question 3

Question 4 (15 points)

Sachant que la conductivité électrique d'un matériau s'écrit

$$\sigma = \sigma_n + \sigma_p = q(n_0\mu_n + p_0\mu_p)$$

Avec n_0 et p_0 les densités en porteurs de charges (électrons et trous) et μ leurs mobilités

- a) Expliquez, en vous aidant d'un graphique, comment évolue la résistivité du silicium dopé de type n avec la température.*
- b) Le silicium pour applications en micro-électronique est obtenu par solidification contrôlée afin d'obtenir un monocristal. Justifiez l'importance de la nature monocristalline pour ces applications.*

CHIM-H-300 « Science des matériaux »

Nom :

Prénom :

Examen écrit – S. Godet

Spécialité :

26 août 2011

Question 4
