Master I: **Physique**. Corrigé type Propriétés **physique** des **verres et céramiques 15/05/2025**

1) Germination homogène : on suppose que le germe a la forme d'un cube. Calculer les dimensions et l'enthalpie libre du germe critique. On appellera ΔG_V l'enthalpie libre de fusion par unité de volume et γ l'énergie de surface.

Rep 1)

Germination homogène : la variation d'enthalpie libre entrainée par l'apparition d'un germe cubique de cote a s'écrit :

$\Delta G(a) = -\Delta G_V a^3 + 6a^2\gamma$.

Rappelons que $-\Delta G_V$ est l'enthalpie libre de cristallisation par unité de volume. Le coté a^* du germe critique correspond au maximum de la courbe $\Delta G(a)$, c'est-à-dire a $dG(a)/da = 0$. Cela entraine : $0 = -3\Delta G_V a^2 + 12a\ \gamma$. D'où : $a^* = 4\gamma / \Delta G_V$ et $\Delta G^* = \Delta G(a^*) = 32\gamma^3 / \Delta G_V^2$

2) Donner la définition de joint de grains et est-ce que les matériaux noncristallins ont des joints de grains ?

Rep 2)

Un joint de grains est l'interface entre deux cristaux de même nature dans une structure polycristalline. Matériaux non cristallins n'ont pas de joints de grains ; puisque les matériaux non cristallins n'ont pas de grains (qui sont cristallins).

3) Dans une céramique, le transfert de chaleur se fait :

a)- Par l'intermédiaire des électrons libres dans le réseau.

b)- Par la vibration des liaisons et des éléments du réseau.

Rep 3)

1) Dans une céramique, le transfert de chaleur se fait :

b)- Par la vibration des liaisons et des éléments du réseau.

4) Un verre de silice sodocalcique contient 12 % en moles de Na_2O et 7 % en moles de CaO. Calculer :

a)- le rapport molaire O/Si

b)- la composition massique de ce verre

c)- quelle remarque peut-on faire sur cette composition massique.

On donne : O = 16; Na = 23; Si = 28; Ca = 40.

Rep 4)

a) Un verre de silice sodocalcique……un mélange de $SiO_2 + Na_2O + CaO$

100 moles du mélange (81 moles de SiO_2 et 12 moles de Na_2O et 7 moles de CaO)

81 moles de SiO_2 (81 moles de Si et 81×2=162 moles de O)

12 moles de Na_2O (12 moles de O et 12×2=24 moles de Na)

7 moles de CaO (7 moles de Ca et 7 moles de O)

Nombre totales de moles d'O : 162+12+7=181

Nombre totales de moles de Si : 81

Le rapport O/Si=181/81= 2.2346

b) Composition massique de ce verre = Nm

81×(28+32=60)= 4860 g de SiO_2

12×(2×23+16=<u>62</u>)= 744 g de Na_2O

7×(40+16=<u>56</u>)= 392 g de CaO…………4860+744+392=5996 g

x=4860/5996=81.05% SiO_2

y=744/5996=12.41% Na_2O

z=392/5996=6.54% CaO

c) La composition en masse et très proche de la composition en mole. Ceci est dû au fait que les masse molaire des trois oxydes sont très voisines.

5) La relation contrainte (σ) déformation (ε), en trois dimensions (*i* et *j* = 1; 2; 3), peut s'exprimer en fonction de deux paramètres, le module de Young (d'élasticité) *E* et le coefficient de Poisson ν, par :

$$\sigma_{ij} = \frac{E}{1+\nu}\varepsilon_{ij} + \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}\sum_{k=1}^{3}\delta_{ij}\varepsilon_{kk}$$

Où δ_{ij} est le symbole de Kronecker (δ_{ij} =1 lorsque $i = j$ et δ_{ij} =0 lorsque $i \neq j$).
Pour $\sigma_{33} = \sigma_{13} = \sigma_{23} = 0$, exprimer la déformation ε_{33} en fonction de ε_{11}, ε_{22} et ν.

<u>Rep 5)</u>

$$\sigma_{33} = 0 = \frac{E}{1+\nu}\varepsilon_{33} + \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}(\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33})$$

$$0 = \left(\frac{E}{1+\nu} + \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}\right)\varepsilon_{33} + \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}(\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22})$$

$$\left(\frac{E(1-2\nu)+\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}\right)\varepsilon_{33} = -\frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}(\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22})$$

$$\varepsilon_{33} = -\frac{\nu}{(1-\nu)}(\varepsilon_{11} + \varepsilon_{22})$$