

Nom :	Prénom :	Note/20 :
--------------------	-----------------------	------------------

Corrigé type

Contrôle du module « Propriétés physiques et mécaniques des céramiques »

Exercice 1 : Répondez par vrai (V) ou faux (F) [4 points]

- 1- Le Chlorure de Sodium (NaCl) a une structure ionique (V)
- 2- les céramiques se caractérisent par un module d'élasticité faible (F)
- 3- Les céramiques présentent une structure cristalline souvent compacte (F)
- 4- La porosité réduit considérablement la dureté (V)
- 5- Les céramiques étant beaucoup moins résistants aux efforts de compression (F)
- 6- La dureté des alliages métalliques > la dureté des métaux purs > dureté des céramiques (F)
- 7- Le module de Young dépend fortement de la composition de la phase et de la porosité du matériau. (V)
- 8- La résistance aux chocs thermiques est d'autant meilleure que le coefficient de dilatation est faible (V)

Exercice 2 : Répondez aux questions suivante : [6 points]

1- Donner un exemple pour chaque famille des céramiques

1- *Les oxydes* : Al_2O_3 , ZrO_2 , $BaTiO$, Y_2O_3 , MgO , SiO_2 ,

2- *Les non-oxydes* : SiC , Si_3N_4 , $NaCl$

2- Quels sont les types de porosités.

1- *Porosité* de pores (ou « porosité primaire »)

2- *Porosité* de fissures (ou « porosité secondaire »)

3- Donner une manière d'améliorer la résistance mécanique des céramiques :

* Diminuer la longueur de la plus grande fissure.

* Augmenter la ténacité à l'aide de composites ou d'alliage.

4- Citer une possibilité d'utiliser des céramiques pour les applications thermiques :

* le matériau peut avoir à subir des chocs thermiques.

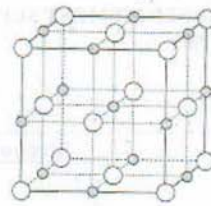
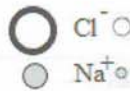
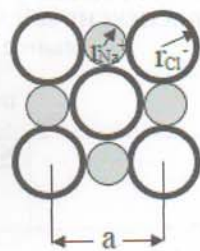
* il peut être utilisé aussi en tant qu'isolant thermique.

Exercice 3 : [6 points]

Calculez la densité en grammes par centimètre cube de (a) SrO et (b) VO qui ont la structure NaCl.

Les rayons ioniques sont $V^{2+} = 0,065$ nm, $Sr^{2+} = 0,127$ nm et $O^{2-} = 0,132$ nm.

$M_{Sr} = 87.62$ g/mol, $M_O = 16$ g/mol, $M_V = 50.94$ g/mol



Solution exercice 3

Pour SrO

$$a = 2(r + R) = 2(0.127 \text{ nm} + 0.132 \text{ nm}) = 0.518 \text{ nm} \quad [1pt]$$

$$m_{\text{unit cell}} = \frac{(4\text{Sr}^{2+} \times 87.62 \text{ g/mol}) + (4\text{O}^{2-} \times 16.00 \text{ g/mol})}{6.02 \times 10^{23} \text{ ions/mol}} = 6.89 \times 10^{-22} \text{ g}$$

La densité est donc calculée comme,

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} = \frac{6.89 \times 10^{-22} \text{ g}}{(5.18 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = 4.96 \text{ g/cm}^3 \quad [2pt]$$

Pour VO

$$a = 2(r + R) = 2(0.065 \text{ nm} + 0.132 \text{ nm}) = 0.394 \text{ nm} \quad [1pt]$$

$$m = \frac{(4\text{V}^{2+} \times 50.94 \text{ g/mol}) + (4\text{O}^{2-} \times 16.00 \text{ g/mol})}{6.02 \times 10^{23} \text{ ions/mol}} = 4.45 \times 10^{-22} \text{ g}$$

La densité est donc,

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} = \frac{4.45 \times 10^{-22} \text{ g}}{(3.94 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = 7.27 \text{ g/cm}^3 \quad [1pt]$$

Exercice 4 [4points]

Le module d'élasticité pour le carbure de bore (B₄C) ayant une porosité de 5 % en volume est de 290 GPa.

(a) Calculez le module d'élasticité du matériau non poreux.

(b) A quel pourcentage de volume de porosité le module d'élasticité sera-t-il de 235 GPa ?

Rappelle : l'équation quadratique $a.x^2 + b.x + c = 0$ admet deux solution :

$$\text{Solution1} = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\text{Solution2} = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Solution exercice 4

Cette partie du problème demande que nous calculions le module d'élasticité pour le B₄C non poreux étant donné que E = 290 GPa pour un matériau ayant une porosité de 5 % en volume. (P = 0.05).

$$E_0 = \frac{E}{1 - 1.9P + 0.9P^2} \quad [1pt]$$

$$E_0 = \frac{290}{1 - (1.9)(0.05) + (0.9)(0.05)^2} = 320 \text{ GPa} \quad [1pt]$$

On nous demande maintenant de calculer le pourcentage de porosité en volume auquel le module d'élasticité de B₄C est de 235 GPa. Depuis la partie (a), E₀ = 320 GPa, nous obtenons

$$\frac{E}{E_0} = \frac{235}{320} = 0.734 = 1 - 1.9P + 0.9P^2$$

Ou $0.9P^2 - 1.9P + 0.266 = 0 \quad [1pt]$

Maintenant, la résolution de la valeur de P à l'aide de la solution de l'équation quadratique donne

$$P = \frac{1.9 \pm \sqrt{(-1.9)^2 - (4)(0.9)(0.266)}}{(2)(0.9)}$$

Les racines positives et négatives sont

$$P^+ = 1.96$$

$$P^- = 0.151$$

Évidemment, seule la racine négative est physiquement significative, et donc la valeur de la porosité pour donner le module d'élasticité souhaité est de 15,1 % en volume. [1pt]