

TD N°2

Exercice 16

Souvent utilisé dans la fabrication des céramiques, le kaolin, qui a pour formule chimique $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (\text{SiO}_2)_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})_4$, subit une déshydratation complète au cours du frittage. Une pièce en kaolin est frittée à 1500 °C et refroidie à la température ambiante (20 °C).

La fractions (en % massique) dans la pièce frittée est : SiO_2 (34.8%), Al_2O_3 (65.2%). Après frittage, on constate que cette pièce à 15 % de porosité.

b) Quelle est la masse volumique ρ (en g/cm³) de cette pièce ?

c) Quel est le module d'Young E (en GPa) du kaolin de cette pièce, sachant que le module d'Young du kaolin sans porosité est égal à 280 MPa ? Pour diminuer le taux de porosité, on peut faire apparaître une certaine proportion de phase liquide au cours du frittage fait à une température supérieure à 1500 °C. Au refroidissement, cette phase liquide, qui a envahi les pores, se transforme en phase vitreuse colmatant ces derniers. d) Entre quelles températures minimale et maximale (en °C) doit-on effectuer le frittage pour qu'il y ait formation d'une phase vitreuse après refroidissement ? e) Quelle sera la proportion (en %m) de phase vitreuse obtenue après refroidissement ?

Données : Masse volumique : $\rho_{\text{SiO}_2} = 2,34 \text{ g/cm}^3$ $\rho_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 2,80 \text{ g/cm}^3$

Module d'Young du kaolin fritté sans porosité : $E = 280 \text{ GPa}$

Exercice 17

Une tige de laiton doit être utilisée dans une application nécessitant que ses extrémités soient maintenues rigides.

Si la tige ne présente aucune contrainte à la température ambiante de 20 °C, quelle est la température maximale à laquelle elle peut être chauffée sans dépasser une contrainte de compression de 172 MPa?

Supposons un module d'élasticité pour le laiton est de 100 GPa.

Exercice 18

Une tuile céramique carrée (côté = 150 mm, épaisseur = 10 mm) est parfaitement encastrée sur tous ses bords.

La tuile ne présente aucune contrainte à 25°C.

Elle est ensuite chauffée à 800°C pour une application haute température.

Données matériau (Al_2O_3):

Module d'élasticité : $E = 380 \text{ GPa}$

Coefficient de dilatation thermique linéaire : $\alpha = 8.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Résistance à la compression : $\sigma_{\text{comp}} = 2000 \text{ MPa}$

Questions:

Calculez la contrainte thermique développée lors du chauffage.

Vérifiez si la tuile risque de se fracturer par compression thermique.

Calculez la température maximale de chauffage pour limiter la contrainte à 1500 MPa.

Exercice 19

Le module d'élasticité pour l'oxyde de béryllium (BeO) ayant une porosité $P = 5\%$ en volume est de 310 GPa, alors le module d'élasticité de pour un matériau non poreux est de? (Étant donné

$$E = E_0 (1 - 1,9P + 0,9P^2)$$

Exercice 20

Le module d'élasticité est lié à la porosité de la fraction volumique P par $E = E_0 (1 - 1,9P + 0,9P^2)$, où $E_0 = 304$ GPa. Si un échantillon poreux de nitrure de silicium (Si_3N_4) a un module d'élasticité $E = 209$ GPa, calculez la porosité du matériau

Exercice 21

Le module d'élasticité pour le carbure de silicium (SiC) ayant une porosité $P = 7\%$ en volume est de 320 GPa. Déterminez le module d'élasticité du matériau non poreux.

Donnée : [$E = E_0 (1 - 1,9P + 0,9P^2)$]

Exercice 22

Le module d'élasticité pour le nitrure d'aluminium (AlN) non poreux est de 345 GPa. Quel sera le module d'élasticité de ce matériau s'il présente une porosité de 4% en volume ?

Donnée : [$E = E_0 (1 - 1,9P + 0,9P^2)$]

Exercice 23

Le module d'élasticité pour le **silicate de calcium** non poreux est de **290 GPa**. Un échantillon présente un module d'élasticité mesuré de **260 GPa**.

Déterminez la porosité volumique de cet échantillon.

Donnée : [$E = E_0 (1 - 1,9P + 0,9P^2)$]

Exercice 24

Le module d'élasticité pour un composite céramique renforcé non poreux est de 425 GPa. Un échantillon de ce matériau présente un module d'élasticité mesuré de 375 GPa.

Déterminez la porosité volumique de cet échantillon.

Donnée : [$E = E_0 (1 - 1,9P + 0,9P^2)$]