

BTS ART CÉRAMIQUE

SCIENCES PHYSIQUES – U. 32

SESSION 2007

Durée : 1 heure 30
Coefficient : 1,5

Matériel autorisé :

- Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

Document à rendre avec la copie :

- Annexe.....page 5/5

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 5 pages, numérotées de 1/5 à 5/5.

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2007
Sciences physiques – U. 32	ARE3SC	Page : 1/5

1. À propos des feldspaths dans une porcelaine

Pour obtenir une porcelaine blanche, cuisant à 1300°C environ, on utilise une pâte céramique constituée de 5 parts de kaolin, 3 parts de feldspath et 2 parts de silice.

Le kaolin ne peut-être utilisé seul en raison de son point de fusion trop élevé (au-delà de 1500°C). On ajoute du feldspath qui fond entre 1100°C et 1550°C (selon sa composition) et qui abaisse le point de fusion du mélange.

Le mélange utilisé contient 60% en masse de feldspath albite et 40% en masse de feldspath anorthite : les formules de ces produits peuvent s'écrire sous la forme :

- pour l'albite : $\text{Na}(\text{AlO}_2)(\text{SiO}_2)_3$;

- pour l'anorthite : $\text{Ca}(\text{AlO}_2)_2(\text{SiO}_2)_2$.

Données :

Z : numéro atomique ; M : masse molaire atomique.

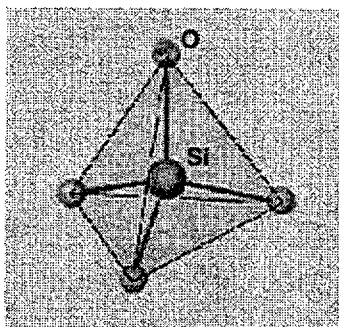
Élément	H	O	Na	Al	Si
Z	1	8	11	13	14
M en g.mol ⁻¹	1,0	16,0	23,0	27,0	28,1

1.1. Déterminer la masse molaire du feldspath albite.

1.2. En déduire les valeurs des pourcentages en masse de silicium et d'aluminium dans le feldspath albite. Quelle est la valeur du rapport des masses d'aluminium et de silicium ?

1.3. Sans faire aucun calcul, quel est l'ordre de grandeur de la valeur de ce rapport pour l'anorthite ? Justifier votre réponse.

1.4. La figure, ci-dessous, représente la géométrie tétraédrique de l'ion silicate de formule $[\text{SiO}_4]^{4-}$:



1.4.1. Donner les structures électroniques des atomes de silicium Si et d'oxygène O. Donner les représentations de Lewis de ces atomes.

1.4.2. Justifier que l'ion silicate porte une charge négative - 4.

1.4.3. La silice est formée par un enchaînement de tétraèdres ci-dessus.

Comment expliquer que la silice soit neutre tout en étant composée d'ions silicates chargés négativement ? Décrire brièvement sa structure en précisant le nombre d'atomes d'oxygène partagés.

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2007
Sciences physiques – U. 32	ARE3SC	Page : 2/5

1.5. Par rapport à la silice de formule SiO_2 et au regard de leur formule, les feldspaths d'albite et d'anorthite peuvent s'interpréter comme résultant de la substitution de silicium par de l'aluminium.

1.5.1. Quelle est la proportion des sites substitués dans le cas de l'albite et de l'anorthite ?

1.5.2. Expliquer la présence d'ion Na^+ et Ca^{2+} dans les formules de l'albite et de l'anorthite.

1.5.3. Sur la **figure 1 (page 5/5), en annexe à rendre avec la copie**, indiquer les emplacements des éléments silicium, aluminium, oxygène et sodium en complétant les légendes du schéma.

2. Mélange binaire de feldspaths albite - anorthite

Les cristaux d'albite et d'anorthite sont isomorphes, ils peuvent diffuser les uns dans les autres de manière à former une masse cristalline ne constituant qu'une seule phase solide homogène qu'on appelle cristal mixte ou solution solide.

On donne sur la **figure 2 (page 5/5) de l'annexe, à rendre avec la copie**, le diagramme binaire albite - anorthite isobare (à la pression atmosphérique). L'axe horizontal représente la fraction molaire x de l'anorthite. Le feldspath albite, a une fusion congruente (le composé reste stable) à 1118°C et le feldspath anorthite a une fusion congruente à 1545°C .

On dispose d'un mélange albite - anorthite dans lequel la fraction molaire x d'anorthite vaut $x = 0,4$. On chauffe le mélange suffisamment lentement pour qu'il soit toujours très proche de son état d'équilibre.

2.1. Donner la température T_1 d'apparition de la première goutte de liquide. Placer sur le diagramme binaire (**figure 2 de l'annexe, à rendre avec la copie**), les points L_1 et S_1 représentant la phase liquide et la phase solide à cette température. Donner les valeurs des fractions molaires en anorthite dans la phase solide et dans la phase liquide notées respectivement x_{1S} et x_{1L} .

2.2. Donner la température T_2 de disparition du dernier grain solide. Placer sur le diagramme binaire (**figure 2 de l'annexe, à rendre avec la copie**), les points L_2 et S_2 représentant la phase liquide et la phase solide à cette température. Donner les valeurs des fractions molaires en anorthite dans la phase solide et dans la phase liquide notées respectivement x_{2S} et x_{2L} .

2.3. Comparer les valeurs de la fraction molaire en anorthite de la phase liquide au début de la fusion et à la fin de la fusion. Quelles conclusions en tirez-vous ?

2.4. On considère le mélange à la température de 1300°C .

2.4.1. Placer sur le diagramme binaire (**figure 2 de l'annexe, à rendre avec la copie**) le point représentatif M du mélange à cette température.

2.4.2. Déterminer le pourcentage de la quantité de matière à l'état solide dans le mélange albite - anorthite à 1300°C .

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2007
Sciences physiques – U. 32	ARE3SC	Page : 3/5

2.4.3. Déterminer les fractions molaires d'anorthite et d'albite dans la phase solide à 1300°C.

3. Rhéologie de barbotines de porcelaine

La viscosité des barbotines (suspensions diluées d'argile) augmente avec la concentration en argile. Pour des concentrations relativement faibles, on peut considérer le fluide newtonien. Lorsqu'on atteint une certaine concentration d'argile, le fluide devient rapidement « anormal » ou non - newtonien. À des concentrations plus élevées apparaît la rigidité. La rigidité apparaît également au repos par effet thixotropique, ce qui complique le coulage.

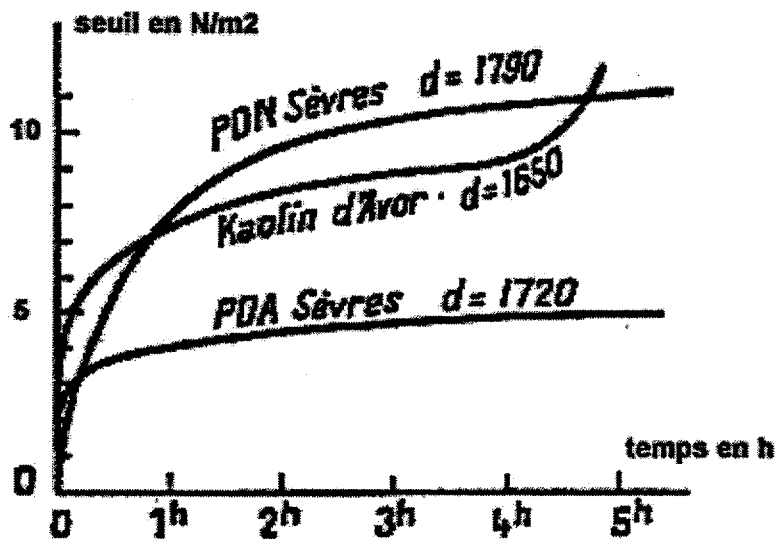
3.1. Quelle est la différence entre un fluide newtonien et un fluide non - newtonien ?

3.2. Qu'est ce qui caractérise le comportement d'un fluide pseudo - plastique ?

3.3. Que peut-on dire de la viscosité d'un fluide thixotrope ?

3.4. Pour une barbotine de kaolin et deux pâtes à porcelaine, le graphe ci-dessous montre l'évolution de la valeur du seuil de la force à exercer par m^2 pour provoquer leur écoulement en fonction de la durée où la barbotine a été laissée au repos.

Quelle barbotine manifeste l'effet thixotropique le plus marqué pour une durée de 2 à 4 heures correspondant à une opération pratique de coulage industriel ?



Variation de la valeur du seuil d'écoulement (en N/m²) d'une barbotine de kaolin et de deux pâtes à porcelaine en fonction du temps de repos.

ANNEXE à rendre avec la copie

Figure 1 :
Feldspath albite

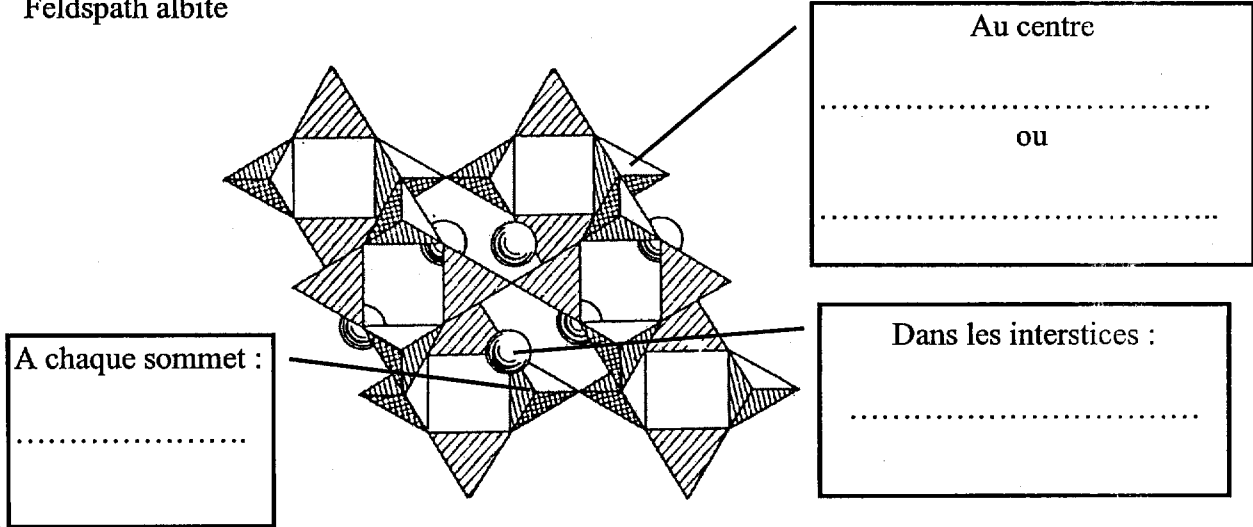


Figure 2
Diagramme binaire albite - anorthite isobare à la pression atmosphérique

