

BTS ART CÉRAMIQUE

SCIENCES PHYSIQUES – U. 32

Session 2006

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1,5

Matériel autorisé :

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

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2006
Sciences physiques – U. 32		ARE3SC
Coefficient : 1,5	Durée : 1 heure 30	Page : 1/6

1. Déshydratation des silicates (7 points)

Dans la première phase de cuisson d'une pièce en céramique, on observe l'achèvement du séchage (départ de l'eau d'humidité), puis le départ de l'eau zéolitique. Une transformation est ensuite observée à des températures plus élevées, quand l'eau, chimiquement combinée à l'argile, commence à être chassée (départ de l'eau de constitution).

1.1. Dans le cas des phyllosilicates, indiquer où se trouvent situées l'eau d'humidité (ou d'adsorption), l'eau zéolitique et l'eau de constitution.

1.2. Déterminer la perte de masse (en pourcentage) provoquée par le départ de l'eau de constitution :

a) dans le kaolin ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ;

b) dans l'halloysite ($2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$).

1.3. Déterminer la perte de masse (en pourcentage) provoquée par le départ de l'eau zéolitique dans l'halloysite.

Les figures 1 et 2, données en annexe 1 (page 4/6), montrent les courbes thermogravimétriques (perte de masse (en %) en fonction de la température) de la cuisson du kaolin et de l'halloysite.

1.4. Dans quel intervalle de température s'effectue le départ de l'eau de constitution dans le kaolin ?

1.5. A quelle température le départ de l'eau zéolitique dans l'halloysite peut-il être considéré comme terminé ?

Données :

Masses molaires atomiques

Atome	H	O	Al	Si
M en g.mol ⁻¹	1,0	16,0	27,0	28,1

2. Porosité des matériaux céramiques (7 points)

On peut assimiler un corps poreux à un faisceau de capillaires parallèles de différents diamètres, disposés perpendiculairement à la surface. Lorsqu'un tel corps est en contact avec un liquide, celui-ci est aspiré par les capillaires avec une force attractive qui est inversement proportionnelle au diamètre du capillaire. Par contre, le liquide pénètre plus vite et en plus grande quantité dans les gros capillaires.

2.1. Pourquoi faut-il qu'un moule soit en matériau poreux (comme le plâtre) dans le cas d'une fabrication par coulage ?

Les céramiques poreuses peuvent être utilisées pour la fabrication des mèches céramiques utilisées dans certaines lampes à alcool. Le débit d'alcool est d'autant plus grand que le diamètre des capillaires est important.

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2006
Sciences physiques – U. 32		ARE3SC
Coefficient : 1,5	Durée : 1 heure 30	Page : 2/6

- 2.2. Déterminer le diamètre maximum des capillaires dans une mèche céramique, pour que l'alcool (éthanol) puisse monter à une hauteur $h = 14$ cm, au-dessus de la surface libre d'alcool. On considère que l'alcool mouille parfaitement la mèche.

La connaissance de la capillarométrie (dimensions des pores) des produits céramiques a une importance considérable dans de nombreux domaines.

Une méthode pour déterminer les dimensions des pores d'une matière poreuse consiste à expulser l'eau dont est imprégné l'échantillon (E), recouvert d'une fine couche d'eau (F), en utilisant l'air à la pression (P) (voir le schéma de la figure 3 de l'annexe 2, page 5/6). On observe une première bulle d'air à la surface de la pellicule d'eau lorsque la pression (P) de l'air est légèrement supérieure à la somme de la pression atmosphérique ($P_{atm} = 101300$ Pa) et de la surpression (P_s) créée par l'interface eau – air dans le capillaire.

- 2.3. Quels capillaires sont débouchés en premier : ceux qui sont larges ou ceux qui sont étroits ? Justifier.

- 2.4. Déterminer la valeur du diamètre des capillaires d'un échantillon de céramique dont la pression de débouchage est égale à 130400 Pa quand l'échantillon est rempli d'eau.

Données à 20°C :

Tension superficielle : alcool (éthanol) : $\sigma_{alc} = 0,0223$ N/m ; eau : $\sigma_{eau} = 0,07275$ N/m.

Masse volumique de l'alcool : $\rho = 0,789$ kg/m³.

Loi de Jurin : $H = 2 \cdot \sigma \cos \theta / \rho \cdot g \cdot R$.

Pression due à la courbure d'une surface sphérique : $P = 2 \cdot \sigma / R$.

3. Couleurs, glaçures et composition de l'engobe d'une céramique (6 points)

Un engobe est une barbotine de terre (argile) colorée appliquée sur une poterie pour en changer la couleur ou pour obtenir des effets décoratifs. On peut colorer un engobe en ajoutant des oxydes métalliques. Par exemple, si l'argile n'a pas un aspect blanc après la cuisson, il faut ajouter de l'oxyde de zirconium ou de l'oxyde d'étain pour avoir la blancheur et l'opacité voulues. On peut obtenir des couleurs très claires en ajoutant des oxydes métalliques en petite quantité.

Un engobe peut être appliqué sur la pièce encore humide ou sur le biscuit au pinceau, par trempage ou par vaporisation.

Une coupe en céramique est recouverte d'un engobe utilisant 10 % d'oxyde d'étain.

L'engobe sur la partie inférieure de la coupe contient 1% d'oxyde de cobalt, ce qui lui donne une couleur bleue (bleu vif).

L'engobe sur la partie supérieure contient 3% d'oxyde de cuivre, ce qui lui donne une couleur verte (vert vif).

L'engobe qui recouvre l'intérieur de la coupe contient 0,5 % d'oxyde de vanadium, ce qui lui donne une couleur jaune (jaune vif).

La coupe est éclairée par une source de lumière blanche devant laquelle on peut placer un filtre.

- 3.1. Déterminer les couleurs de la coupe lorsqu'on place devant la source de lumière :

- a) le filtre F1 ;
- b) le filtre F2 ;
- c) le filtre F3.

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2006
Sciences physiques – U. 32		ARE3SC
Coefficient : 1,5	Durée : 1 heure 30	Page : 3/6

Justifier vos réponses.

Les courbes de transmission de différents filtres sont données en **annexe 3 (page 6/6)**.

3.2. On ajoute par dessus une glaçure lisse, douce et transparente, par exemple une glaçure au plomb.

- a) Qu'est-ce qu'une glaçure ?
- b) Quel sera l'effet de la glaçure sur l'aspect de la coupe ? Justifier votre réponse.

Annexe 1

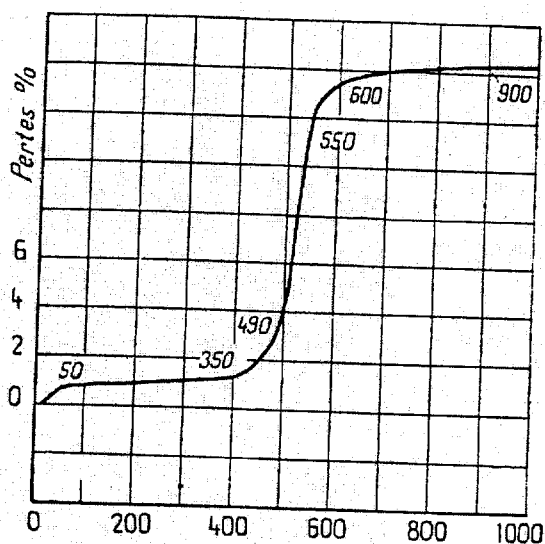


Figure 1 – Courbe thermogravimétrique de la cuisson du kaolin

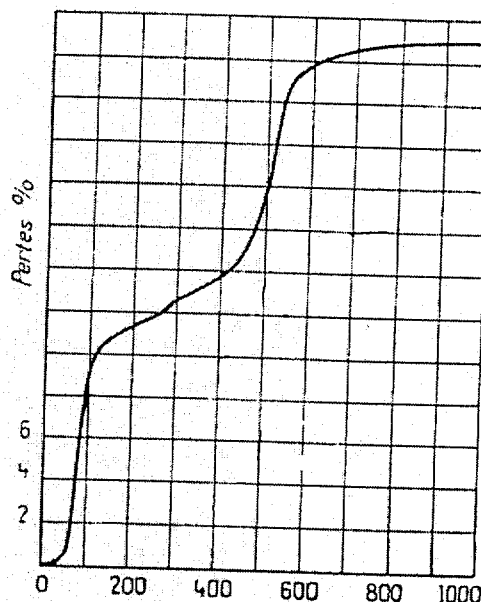


Figure 2 – Courbe thermogravimétrique de la cuisson de l'halloysite

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2006
Sciences physiques – U. 32		ARE3SC
Coefficient : 1,5	Durée : 1 heure 30	Page : 4/6

Annexe 2

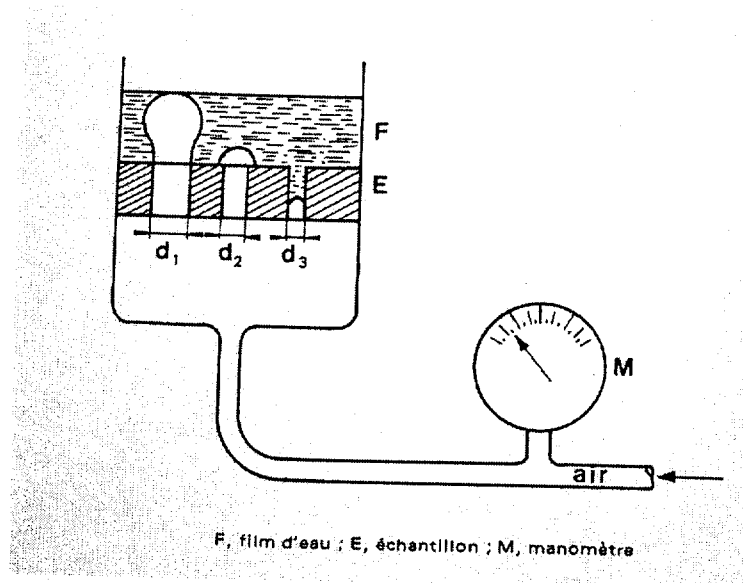


Figure 3 – Schéma du dispositif permettant de déterminer les dimensions des pores d'une matière poreuse

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2006
Sciences physiques – U. 32		ARE3SC
Coefficient : 1,5	Durée : 1 heure 30	Page : 5/6

Annexe 3

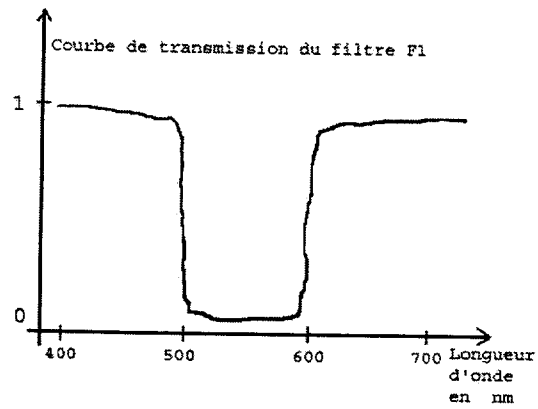


Figure 4 – La courbe de transmission du filtre F1

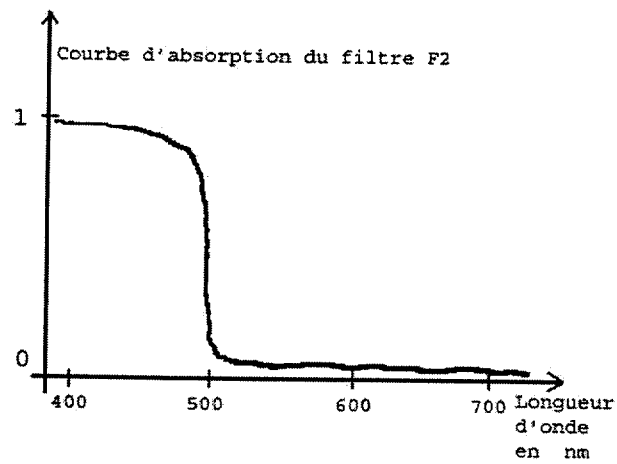


Figure 5 – La courbe d'absorption du filtre F2

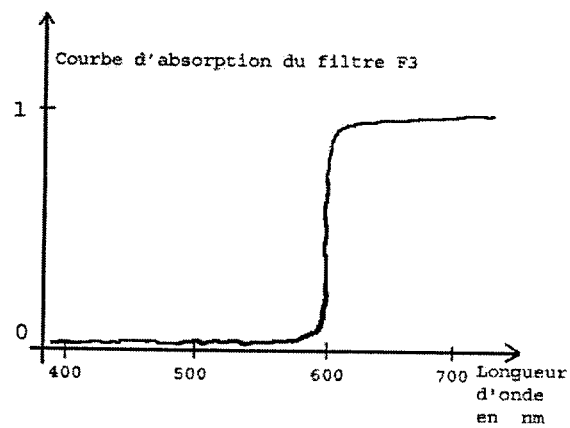


Figure 6 – La courbe d'absorption du filtre F3

BTS ART CÉRAMIQUE		Session 2006
Sciences physiques – U. 32		ARE3SC
Coefficient : 1,5	Durée : 1 heure 30	Page : 6/6