Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

Exercice I : Étude d'une composition réfractaire

(Les différentes parties I.1, I.2 et I.3 de cet exercice peuvent être traitées indépendamment)

Une entreprise de réfractaire désire mettre au point une composition destinée au coulage de creusets. Elle choisit d'étudier la composition massique suivante :

- 50% de kaolin
- 50% d'alumine.

I.1 : Neutralisation d'une solution de kaolin :

Le laboratoire de l'entreprise étudie le comportement du kaolin en suspension aqueuse. Il réalise la polydispersion d'un échantillon de kaolin.
Pour cela, le technicien du laboratoire place 25 g de kaolin dans 1 L d'eau ; il place ensuite l'ensemble sous agitation pendant 10 minutes.
Tout en maintenant l'agitation, il dose 100 mL de cette préparation par une solution d'hydroxyde de sodium de formule ($Na^+ + OH^-$) , de concentration $C_B = 0{,}01$ mol.L^{-1}.
Il obtient la courbe en annexe 1 (à rendre avec la copie).

I.1.1 Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence (les traits de construction devront figurer sur le graphique qu'on n'oubliera pas de joindre à la copie).

I.1.2 Cette courbe a-t-elle l'allure d'une courbe de dosage d'un acide fort ou d'un acide faible ? Justifier.

I.1.3 Calculer la quantité de soude versée à l'équivalence et en déduire la masse correspondante.

I.1.4 Calculer la concentration C_A de la solution de ce monoacide.

I.1.5 Quelle masse de soude serait nécessaire à la neutralisation de 1000 g de kaolin ?

I.1.6 Sachant que l'action de 40 g de soude est équivalente à celle de 122 g de silicate de sodium (défloculant classique utilisé dans l'industrie céramique), calculer la masse de silicate de sodium nécessaire pour 1000 g de matière sèche .

I.1.7 Pour une masse de 1000 g de la composition étudiée par l'entreprise, quelle masse théorique de silicate de sodium doit-on prévoir pour la défloculation ? (On supposera l'absence de réaction entre le silicate de sodium et l'alumine)

Données : Masses molaires atomiques exprimées en g.mol^{-1} :
M(Na)=23 M(O)=16 M(H)=1

I.2 : Défloculation

Le technicien du laboratoire dispose de deux grandes familles de défloculants :

- défloculant à stabilisation électrostatique
- défloculant à stabilisation stérique

I.2.1 A quelle famille la soude et le silicate de sodium appartiennent-ils ?

I.2.2 Utilise-t-on la soude comme défloculant en coulage traditionnel ? Justifier.

I.2.3 Expliquer simplement le mode d'action de ces deux familles de défloculants.

I.3 : Etude du matériau

Le technicien de laboratoire veut estimer la température d'utilisation de son matériau réfractaire à partir du diagramme silice-alumine :

I.3.1 Donner la définition normalisée d'un matériau réfractaire.

I.3.2 Quels sont les facteurs qui vont influencer la macrostructure finale du matériau réfractaire ?

I.3.3 Placer la composition réfractaire sur le diagramme. (annexe 2)
(le diagramme est à rendre avec la copie)
Quelle est en théorie la température de début de fusion de la composition ?

I.3.4 En déduire la température d'utilisation de ce matériau réfractaire.

Exercice II : préparation d'une matière d'œuvre

(La partie II.2 de cet exercice intitulée « choix d'une pompe pour un filtre presse » peut être traitée indépendamment)
Un fournisseur de matières d'œuvre commercialise de la faïence préparée par le procédé suivant :

Délayage des matières premières → filtre-pressage → séchage → concassage

Dans toute la suite :

- La barbotine utilisée sera considérée comme un fluide incompressible et visqueux.
- La masse volumique de la barbotine est $\rho = 1400$ kg.m^{-3}.
- La cuve est circulaire, de rayon 1 m. La dénivellation maximale de barbotine dans la cuve est : $z_2 - z_1 = 80$ cm.
- La masse volumique de la poudre de faïence sèche est 2500 kg.m^{-3}.
- La masse volumique de l'eau est 1000 kg.m^{-3}.

II.1 : préparation de la barbotine

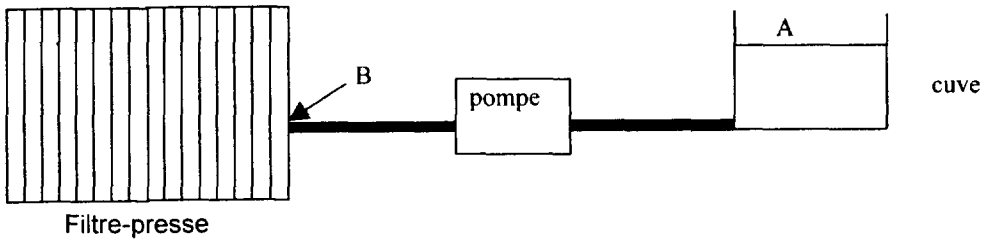
II.1.1 Calculer le volume de barbotine à préparer pour remplir la cuve à son maximum.

II.1.2 Calculer la masse d'eau et la masse de matière sèche nécessaires à la réalisation de la barbotine.

II.2 : Choix d'une pompe pour un filtre-presse :

La partie II.2.2.4 est indépendante des autres questions

Le principe d'obtention des pâtes plastiques à partir des suspensions argileuses (barbotines) est le raffermissement par filtration. Il est obtenu classiquement grâce au filtre-presse dont le schéma simplifié est donné ci-dessous. On obtient ainsi des galettes de pâte.



Le technicien responsable de la machine doit choisir la pompe servant à véhiculer la barbotine dans le filtre-presse. Il doit déterminer la puissance de celle-ci.
Il relève dans un livre de physique les formules de calcul qui vont lui être nécessaires.

II.2.1 Il sait notamment qu'il y a une perte de pression, notée Δp, due au parcours de la barbotine dans le tuyau.

Δp se calcule ainsi :

$$\Delta p = \frac{\lambda . \rho . v^2 . L}{2D}$$

avec :
D : diamètre du tuyau, en m
v : vitesse du fluide dans le tuyau ($m.s^{-1}$)
L : longueur du tuyau (m)

λ se calcule par la formule : $\lambda = \frac{64}{Re}$, λ et Re étant sans unité.

Le filtre-presse est tel qu'en fonctionnement normal le nombre de Reynolds, Re, est de 0,2.

II.2.1.1 D'après cette valeur, quel qualificatif peut-on donner à l'écoulement du fluide ?

II.2.1.2 Sachant que le tuyau reliant la cuve à la pompe puis au filtre-presse a un rayon R = 10 cm et une longueur L = 4 m, et que la vitesse du fluide y est $v = 10^{-2}\ m.s^{-1}$, calculer la valeur numérique de λ, et en déduire celle de Δp.

II.2.2 On note P la puissance de la pompe, exprimée en watts.
Celle-ci intervient dans l'équation de Bernoulli :

$$\frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(z_2 - z_1) + (p_2 - p_1) = \frac{P}{q_v} - \Delta p$$

avec :
p_2 et p_1 les pressions du fluide en deux points.
q_v le débit-volume du fluide ($m^3.s^{-1}$)
$g = 9,8\ m.s^{-2}$

II.2.2.1 Calculer q_v dans le tuyau de connexion.

II.2.2.2 On considérera que la vitesse de la barbotine à la surface de la cuve est nulle. Sachant que la surface libre est à la pression atmosphérique, c'est-à-dire $P_A = 10^5$ Pa, et que celle à l'entrée du filtre presse est $P_B = 10.10^5$ Pa, calculer la puissance minimale de la pompe.

II.2.2.3 Le fournisseur de l'entreprise propose des pompes de puissance respectives : 100 W, 250 W, 500 W et 5 kW. Laquelle le technicien doit-il choisir ?

II.2.2.4 Le facteur de puissance du moteur entraînant la pompe est K = cos φ = 0,78 ; le moteur a une puissance apparente S = 5 kVA et il est alimenté en monophasé de tension efficace de 240 V et de fréquence f = 50 Hz.

II.2.2.4.a Calculer la puissance active de ce moteur.

II.2.2.4.b Calculer la puissance réactive de ce moteur.

II.2.2.4.c Calculer l'intensité efficace du courant circulant dans la ligne.

II.2.2.4.d On place un condensateur en parallèle à ce moteur. La capacité de ce condensateur est de 100 µF. Calculer le nouveau facteur de puissance de ce groupement.

II.2.2.4.e Calculer la nouvelle intensité en ligne. Quel est l'intérêt de l'ajout de ce condensateur ?

II.3 : Séchage des galettes filtres pressées

L'humidité moyenne des galettes est de 20% sur sec, à l'entrée du séchoir. On souhaite obtenir une humidité finale de 2% sur sec.

II.3.1 Quelle est la masse des galettes obtenues après le filtre-pressage du contenu de la cuve de barbotine ?

II.3.2 Ces galettes sont placées dans le séchoir, calculer la masse d'eau à évacuer.

II.3.3 L'air nécessaire au séchage des galettes est aspiré de l'extérieur par un ventilateur, passe par un réchauffeur d'air et est ainsi porté à une température plus élevée .

Cet air chaud traverse le séchoir, y absorbe l'eau et le quitte dans un certain état (air évacué).

La pression dans le séchoir est de 99000 Pa.

Etat de l'air	Température	Humidité relative
Air extérieur	19°C	0,7
Air chaud	90°C	
Air évacué	30°C	0,9

II.3.3.1. Calculer le pouvoir séchant de l'air. On rappelle la définition du pouvoir séchant de l'air : c'est la masse d'eau évacuée par unité de masse d'air sec utilisé dans le séchoir.

II.3.3.2 Calculer la masse d'air extérieur nécessaire au séchage des galettes.

II.3.3.3 Calculer la quantité d'énergie nécessaire au séchage d'une galette. On supposera que c'est la quantité d'énergie nécessaire pour porter l'air de l'extérieur de 19°C à 90°C avec la même humidité absolue.

Données :

Constante des gaz parfaits R= 8,31 $J.mol^{-1} K^{-1}$

Masse molaire de l'eau = 18 $g.mol^{-1}$ Masse molaire de l'air = 29 $g.mol^{-1}$

Humidité absolue : $x = \frac{18}{29} \cdot \frac{\varepsilon \cdot Pvs}{P - \varepsilon \cdot Pvs}$

avec ε : humidité relative
Pvs : pression vapeur saturante de l'eau
P : pression totale

Pour une masse d'air sec de 1kg, l'enthalpie de l'air humide est de la forme :

$\Delta H = C_{air} \cdot \Delta\theta + x \cdot (C_{vapeur\ d'eau} \cdot \Delta\theta + Lv)$ avec $\Delta\theta = \theta - \theta_0$ et $\theta_0 = 0°C$

C_{air} : chaleur massique de l'air = 1,00 $kJ.kg^{-1}.°C^{-1}$
$C_{vapeur\ d'eau}$: chaleur massique de l'eau = 1,90 $kJ.kg^{-1}.°C^{-1}$
L_v : chaleur de vaporisation de l'eau à 0°C = 2500 $kJ.kg^{-1}$

Pression de vapeur saturante de l'eau en fonction de la température :

T (en °C)	Pvs (en Pa)
19	2196
30	4241
90	70110

NE RIEN ÉCRIRE

Examen ou concours : Série* :

Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :
(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

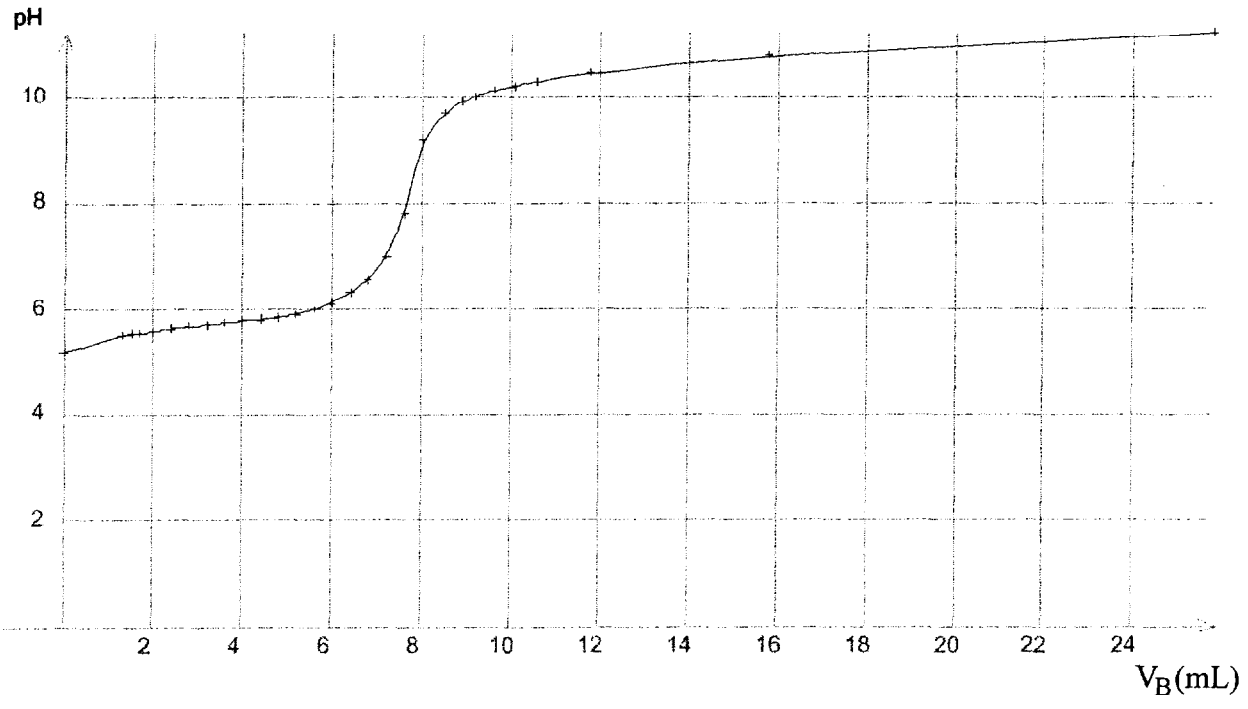
Note : /20

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

ANNEXE 1

Courbe de dosage pH-métrique de la suspension de kaolin par la solution d'hydroxyde de sodium de concentration 0,01 mol.L^{-1}.



Cette feuille est à rendre avec la copie

N° .../...

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

NE RIEN ÉCRIF

Examen ou concours : Série* :

Spécialité/option :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

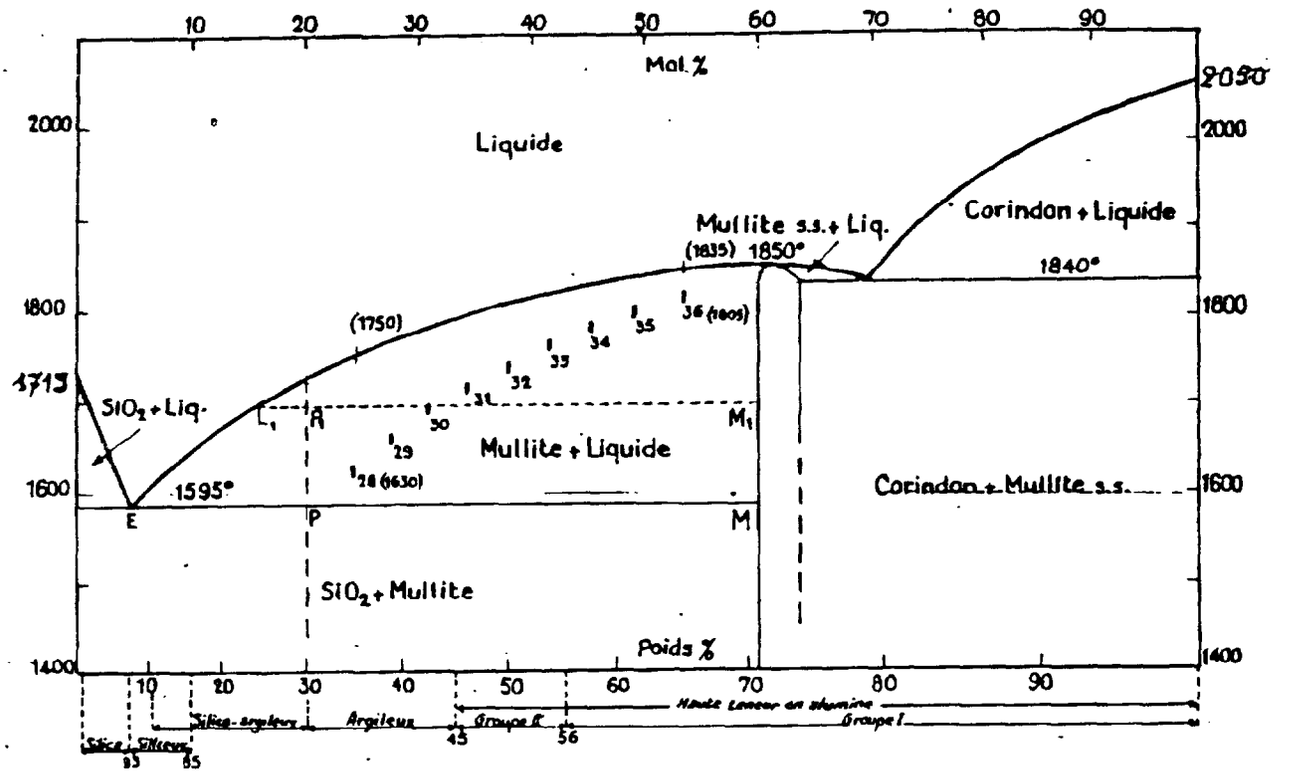
Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note : /20

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

ANNEXE 2



Cette feuille est à rendre avec la copie

N° .../...

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
INDUSTRIES CERAMIQUES
SESSION 2003

Epreuve :**E4- Physique, Chimie, Céramurgie**

Unité : **U 41** – Etude de cas

BAREME

I.1.1	1,5 pts
I.1.2	1 pt
I.1.3	2 pts
I.1.4	1 pt
I.1.5	1 pt
I.1.6	1 pt
I.1.7	1 pt
I.2.1	1 pt
I.2.2	1 pt
I.2.3	3 pts
I. 3.1	1 pt
I. 3.2	1 pt
I. 3.3	1 pt
I. 3.4	1 pt
II. 1.1	1 pt
II. 1.2	2 pts
II. 2.1.1	0,5 pt
II. 2.1.2	1,5 pts
II. 2.2.1	1,5 pts
II. 2.2.2	1,5 pts
II. 2.2.3	0,5 pts
II. 2.2.4.a	1 pt
II. 2.2.4.b	1 pt
II. 2.2.4.c	1 pt
II. 2.2.4.d	1 pt
II. 2.2.4.e	2 pts
II.3.1	1 pt
II.3.2	2 pts
II.3.3.1	1 pt
II.3.3.2	2 pts
II.3.3.3	2 pts

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.