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 :
formav.co/explorer

BTS INDUSTRIES CÉRAMIQUES • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Chimie et matériaux céramiques

Session 2006 • Code sujet : **IQE4EC** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Préparation d'une glaçure** (3 questions) — **Page 3**
2. **Séchage avant cuisson** (8 questions) — **Page 5**
3. **Ajustement du pH d'une eau de délayage** (9 questions) — **Page 8**
4. **Contrôle d'entrée d'une matière première** (6 questions) — **Page 11**
5. **Composition céramique et analyse thermogravimétrique** (6 questions) — **Page 14**
6. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 17**

Sujet officiel (PDF) : https://btsic.fr/assets/annales/bts-ic/E4 - Réponse à une affaire/2006/BTS IC - E4 - Réponse à une affaire - Session 2006 - 1-Sujet.pdf

1. Préparation d'une glaçure

La glaçure décorative d'un pot est décrite par une recette molaire en oxyde de calcium, d'alumine et de silice. Il faut calculer les masses molaires et les masses d'oxydes de la recette, puis déterminer les masses nécessaires pour préparer 1 kg de glaçure.

Question I-1. a). Calculer la masse molaire de chacun des oxydes de la recette : CaO, Al_2O_3 et SiO_2.

On additionne les masses molaires atomiques en tenant compte des indices de chaque formule. Pour CaO, il y a un atome de calcium et un d'oxygène : 40 + 16. Pour Al_2O_3, il y a deux atomes d'aluminium et trois d'oxygène : 2 × 27 + 3 × 16. Pour SiO_2, il y a un atome de silicium et deux d'oxygène : 28 + 2 × 16. Les résultats sont exprimés en $g \cdot mol^{-1}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $M(CaO) = 56\ g \cdot mol^{-1}$; $M(Al_2O_3) = 102\ g \cdot mol^{-1}$; $M(SiO_2) = 60\ g \cdot mol^{-1}$.

Question I-1. b). Calculer la masse de chaque oxyde correspondant aux quantités de matière indiquées dans la recette.

Les quantités de matière sont celles de la recette molaire donnée, et les masses molaires sont déterminées à la question précédente. On applique la relation m = n × M. Chaque masse correspond à la contribution du nombre de moles indiqué pour l'oxyde concerné. Le tableau récapitule le calcul de chaque masse et permet de vérifier la masse totale de la recette de référence.

Oxyde	Quantité (mol)	Masse molaire ($g \cdot mol^{-1}$)	Masse (g)
CaO	1,00	56	56,00
Al_2O_3	0,48	102	48,96
SiO_2	2,00	60	120,00

La masse totale de la recette de référence est de 224,96 g.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> CaO : 56,00 g ; Al_2O_3 : 48,96 g ; SiO_2 : 120,00 g. Total : 224,96 g.

Question I-2. Déterminer la masse de chacun des oxydes à utiliser pour préparer 1 kg de glaçure en respectant les proportions de la recette.

La recette molaire correspond à 224,96 g d'oxydes. Pour obtenir 1 000 g en conservant les proportions, on multiplie chaque masse de la recette par le facteur 1 000 / 224,96. On obtient ainsi 248,93 g de CaO, 217,64 g d'Al_2O_3 et 533,43 g de SiO_2. L'arrondi au centième conserve une somme de 1 000,00 g.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Pour 1 kg : 248,93 g de CaO, 217,64 g d'Al_2O_3 et 533,43 g de SiO_2.

2. Séchage avant cuisson

L'étude porte sur le séchage d'un bac à fleurs dont la masse volumique, le volume apparent et l'humidité initiale sont fournis. Les caractéristiques de l'air sortant du séchoir servent à déterminer la quantité d'eau évacuée par heure et le temps minimal de séchage d'un lot de 20 bacs.

Question II-1.a). À partir de la masse volumique et du volume apparent de matière fournis, calculer la masse du bac avant séchage.

Le volume doit être exprimé en mètres cubes pour être compatible avec la masse volumique : $3520\ \mathrm{cm}^3 = 0{,}003520\ \mathrm{m}^3$. La masse du bac avant séchage est le produit de la masse volumique par le volume apparent : $m = \rho V = 2100 \times 0{,}003520$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse avant séchage : **7,392 kg**.

Question II-1.b). Le bac entre dans le séchoir avec une humidité de 20 % sur produit sec et ressort sans humidité. Calculer la masse d'eau à évacuer au cours du séchage.

1. Une humidité de 20 % sur produit sec signifie que la masse d'eau vaut 0,20 fois la masse sèche. La masse totale humide représente donc 1,20 fois cette masse sèche.
2. La masse d'eau à retirer vaut ainsi $7{,}392 \times \frac{0{,}20}{1{,}20} = 1{,}232$ kg. Le produit ressortant sans humidité, toute cette eau doit être évacuée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse d'eau à évacuer par bac : **1,232 kg**.

Question II-2.a). Donner la définition de la vapeur d'eau.

La vapeur d'eau est l'eau présente à l'état gazeux, sous forme de molécules $\mathrm{H_2O}$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La vapeur d'eau est l'eau à l'état gazeux : $\mathrm{H_2O}$.

Question II-2.b). À partir de l'hygrométrie et de la pression de vapeur saturante indiquées, déterminer la pression de vapeur d'eau à la sortie du séchoir.

L'hygrométrie relative e_2 est le rapport entre la pression partielle de vapeur d'eau et la pression de vapeur saturante à la même température. À la sortie, $p_{\mathrm{H_2O}} = e_2 p_{\mathrm{sat}2} = 0{,}6 \times 5636$. La pression obtenue est une pression partielle, exprimée en pascals.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pression de vapeur d'eau en sortie : **3381,6 Pa**.

Question II-2.c). Rappeler l'équation des gaz parfaits et préciser les unités de chacun de ses paramètres.

L'équation des gaz parfaits s'écrit $pV = nRT$. Pour que les unités soient cohérentes avec $R = 8{,}314$, on utilise :

- p en Pa et V en m^3 ;
- n en mol et T en K ;
- R en $\mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$pV = nRT$, en unités SI : Pa, m³, mol, J·mol⁻¹·K⁻¹ et K.

Question II-2.d). En utilisant les caractéristiques de l'air sortant et l'équation des gaz parfaits, déterminer le nombre de moles de vapeur d'eau qui ressortent du séchoir en une heure.

Le débit sortant en une heure est $100\ \mathrm{m}^3$. Pour la vapeur d'eau, on applique l'équation des gaz parfaits avec sa pression partielle, soit $n = p_{\mathrm{H_2O}} V / (RT)$. La température absolue vaut $45 + 273{,}15 = 318{,}15$ K. Ainsi, $n = 3381{,}6 \times 100 / (8{,}314 \times 318{,}15)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vapeur d'eau sortant en une heure : **127,84 mol**.

Question II-2.e). Montrer qu'en une heure la masse d'eau extraite du séchoir est de 2,30 kg.

La masse molaire de l'eau est $M(\mathrm{H_2O}) = 2 \times 1 + 16 = 18\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$. La masse extraite pendant une heure vaut :

- $m = nM = 127{,}844 \times 18 = 2301{,}2$ g ;
- soit $2{,}3012$ kg, arrondis à $2{,}30$ kg.

L'air entrant étant sec, l'eau évacuée correspond à celle transférée dans l'air sortant.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse d'eau extraite en une heure : **2,30 kg**.

Question II-2.f). Pour un lot de 20 bacs identiques à celui étudié, déterminer le temps minimum de séchage.

1. Pour 20 bacs, la masse totale d'eau à évacuer est $20 \times 1{,}232 = 24{,}64$ kg.

2. Au débit d'extraction indiqué, soit $2{,}30\ \mathrm{kg\,h^{-1}}$, le temps minimal est $t = 24{,}64 / 2{,}30 = 10{,}71$ h, en supposant ce débit constant pendant le séchage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Temps minimal pour le lot : **10,7 h**, soit environ 10 h 43 min.

3. Ajustement du pH d'une eau de délayage

Une solution de carbonate de sodium utilisée comme défloculant doit être ajustée à un pH compris entre 9 et 10 par ajout d'acide chlorhydrique. La courbe de titrage permet de choisir le volume d'acide, puis de calculer les quantités de matière mises en jeu et le volume d'acide à ajouter par litre de solution.

Généralités

Question III-1. a). Donner le schéma de Lewis de l'ion carbonate CO_3^{2-}.

Le carbone est l'atome central. Une représentation de Lewis comporte une liaison double C=O et deux liaisons simples C–O⁻. Les deux oxygènes liés simplement portent chacun une charge −1 ; l'ion a une charge totale 2−. La double liaison peut être placée sur chacun des trois oxygènes : ces trois formes mésomères sont équivalentes.

```
       O
       ‖
[ O⁻ : C : O⁻ ]²⁻
```

L'oxygène doublement lié possède deux doublets non liants ; chaque O^- en possède trois.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> CO_3^{2-} : C central, une liaison C=O, deux liaisons C–O^- ; trois formes mésomères équivalentes.

Question III-1. b). Donner la définition d'une base selon Brønsted.

Selon Brønsted, une base est une espèce chimique capable de capter un proton H^+. Elle devient alors son acide conjugué. Par exemple, l'ion carbonate capte un proton et forme l'ion hydrogénocarbonate : $CO_3^{2-} + H^+ \rightleftharpoons HCO_3^-$. Cette définition s'applique aux espèces moléculaires comme aux ions.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Une base de Brønsted est une espèce capable de capter un proton H^+.

Question III-1. c). Écrire l'équation du couple acide-base faisant intervenir l'ion carbonate. Expliquer pourquoi l'acide conjugué de CO_3^{2-} est un corps amphotère et montrer que CO_3^{2-} est une dibase.

Le couple est HCO_3^-/CO_3^{2-} ; son équation s'écrit $HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H^+$. L'ion HCO_3^-, acide conjugué du carbonate, est amphotère car il peut céder un proton ou en capter un :

- $HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H^+$;
- $HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons H_2CO_3$.

CO_3^{2-} capte successivement deux protons, d'abord pour former HCO_3^-, puis H_2CO_3 : c'est une dibase.

✓ RÉPONSE À RETENIR

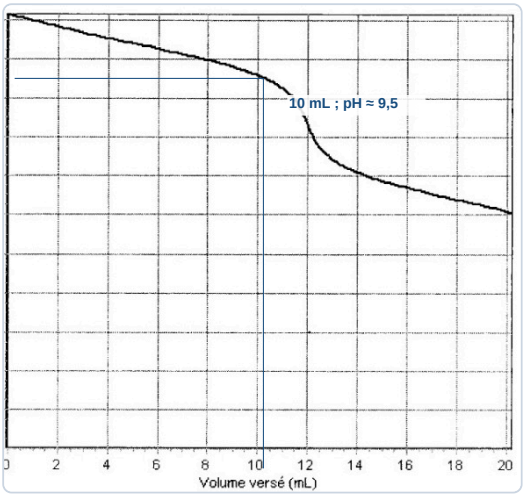
Couple HCO_3^-/CO_3^{2-} ; CO_3^{2-} est une dibase et HCO_3^- est amphotère.

Exploitation de la courbe

Question III-2.a). À l'aide de la courbe pH = f(V), donner un volume d'acide convenable à verser dans l'échantillon pour obtenir un pH compris entre 9 et 10.

Sur la courbe, la lecture d'un volume de 10,0 mL donne un pH d'environ 9,5. Cette valeur est comprise entre 9 et 10 ; on retient donc ce volume pour les calculs suivants. Il se situe avant la chute rapide du pH, dans le domaine où l'énoncé considère le couple HCO_3^-/CO_3^{2-}.

Lecture du volume d'acide pour le pH visé



✓ RÉPONSE À RETENIR

Volume choisi : 10,0 mL, pour un pH lu d'environ 9,5.

Question III-2.b). Écrire l'équation de la réaction de l'ion carbonate avec une solution aqueuse d'acide chlorhydrique. On admettra que la réaction est totale.

En solution aqueuse, l'acide chlorhydrique fournit des ions H_3O^+ ; les ions Cl^- sont spectateurs. Le carbonate capte un proton et devient hydrogénocarbonate. L'équation ionique totale est :

1. $CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow HCO_3^-(aq) + H_2O(l)$.

Les charges sont équilibrées : −1 de chaque côté. La réaction est considérée totale pour la suite.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow HCO_3^-(aq) + H_2O(l)$

Question III-2.c). Lorsque le pH a été ajusté à la valeur choisie, calculer le nombre de moles d'acide versé dans la prise d'essai.

Le volume retenu est 10,0 mL, soit 0,0100 L. Avec la concentration d'acide C_a = 0,100 mol·L^{-1}, la quantité versée vaut n = C_aV_a. Donc n(H_3O^+) = 0,100 × 0,0100 = 1,00 × 10^{-3} mol. L'acide chlorhydrique étant fort, chaque mole d'acide apporte une mole d'ions H_3O^+.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> n(acide versé) = 1,00 × 10^{-3} mol.

Question III-2.d). À partir de l'équation de la réaction, déterminer le nombre de moles d'ions carbonate consommés.

L'équation de réaction indique un rapport stœchiométrique de 1:1 entre H_3O^+ et CO_3^{2-}. La réaction étant totale, chaque mole d'ions oxonium versée consomme une mole d'ions carbonate. La quantité de carbonate consommée est donc égale à la quantité d'acide calculée à la question précédente.

- n(CO_3^{2-} consommé) = n(H_3O^+ versé).

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> n(CO_3^{2-} consommé) = 1,00 × 10^{-3} mol.

Question III-2.e). Déterminer la quantité d'ions carbonate restant dans l'échantillon après l'ajout d'acide.

La prise d'essai contient initialement $n_0(CO_3^{2-}) = C^BV^B$ = 0,012 × 0,1000 = 1,20 × 10^{-3} mol. La réaction en consomme 1,00 × 10^{-3} mol, selon le rapport 1:1. Il reste donc n = n_0 − n consommée = 1,20 × 10^{-3} − 1,00 × 10^{-3} mol dans l'échantillon de 100,0 mL.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Il reste 2,00 × 10^{-4} mol de CO_3^{2-} dans 100,0 mL.

Question III-2.f). Déterminer le volume de solution d'acide chlorhydrique à ajouter par litre de solution de défloculant pour ajuster le pH à la valeur souhaitée.

On ajoute 10,0 mL d'acide à 100,0 mL de solution de défloculant. Pour un litre, on applique la même proportion : 10,0 × 1000 / 100,0 = 100 mL. Il faut donc doser chaque litre de solution avec 100 mL de la solution d'acide chlorhydrique de concentration 0,100 mol·L^{-1}.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ajouter 100 mL d'HCl à 0,100 mol·L^{-1} par litre de solution de défloculant.

4. Contrôle d'entrée d'une matière première

Le contrôle porte sur un nouveau lot de granulés d'alumine destinés au pressage de pastilles, avec les caractéristiques de la presse et des granulés fournies. Il faut calculer des paramètres de pressage et exploiter des mesures sur les pastilles crues et cuites pour étudier les retraits, la perte de masse, la porosité et l'influence de la pression.

Question I-1. Calculer la force à régler sur la presse pour réaliser une pression de 50 MPa sur une pastille, à partir du diamètre intérieur du moule.

La surface du moule vaut $S = \pi D^2/4$. Avec $D = 4,10 \times 10^{-2}$ m, la force requise est $F = PS = 50 \times 10^6 \times \pi(0,041)^2/4$. On convertit ensuite les newtons en kilonewtons. Le résultat est dans la plage de réglage indiquée pour la presse, de 20 à 200 kN.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Force de pressage à régler : **66,0 kN**.

Question I-2. Déterminer la masse de granulés à introduire dans le moule pour obtenir, après pressage, une pastille de hauteur 5,95 × 10⁻³ m et de masse volumique apparente en cru de 2300 kg·m⁻³.

La pastille est cylindrique : $V = \pi D^2 e/4$. Sa masse sèche après pressage vaut $m_s = \rho V$, avec $D = 0,041$ m, $e = 5,95 \times 10^{-3}$ m et $\rho = 2300$ kg·m⁻³. L'humidité de 0,52 % étant calculée sur la masse sèche, la masse de granulés humides à peser est $m = m_s(1 + 0,0052)$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse humide à introduire dans le moule : **18,16 g**.

Question I-3. Donner les expressions littérales de la masse volumique apparente en cru et en cuit, des retraits de cuisson sur le diamètre et l'épaisseur exprimés en pourcentage sur cuit, de la perte de masse à la cuisson exprimée en pourcentage sur cuit et de la porosité totale des pastilles cuites, en fonction des grandeurs indiquées.

Pour chaque pastille, $V_i = \pi D_i^2 e_i/4$, donc $\alpha_i = m_i/V_i$ pour l'état cru (indice 1) ou cuit (indice 2). Les dimensions et masses doivent être exprimées dans des unités cohérentes.

- $\Delta D = 100(D_1 - D_2)/D_2$ et $\Delta e = 100(e_1 - e_2)/e_2$.
- $\Delta m = 100(m_1 - m_2)/m_2$.
- $\Pi = 100(1 - \alpha_2/\rho)$, où $\rho = 3680$ kg·m⁻³ est la masse volumique absolue de l'alumine.

Les retraits et la perte de masse sont ainsi rapportés aux dimensions ou à la masse après cuisson.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Expressions : $\alpha_1 = 4m_1/(\pi D_1^2 e_1)$, $\alpha_2 = 4m_2/(\pi D_2^2 e_2)$, et les formules de retrait, perte de masse et porosité ci-dessus.

Question I-4. Compléter le document réponse n° 1 avec les grandeurs manquantes pour les différentes pastilles et le rendre avec la copie.

Les masses volumiques sont calculées avec le volume cylindrique, en convertissant les millimètres cubes en centimètres cubes. Les retraits et la perte de masse sont rapportés aux valeurs cuites. La porosité est calculée à partir de la masse volumique cuite arrondie à deux décimales, conformément à la présentation du document. Le tableau récapitule les valeurs complétées ; les valeurs déjà imprimées sur la fiche sont conservées.

Pression (MPa), ligne	α_1	α_2	ΔD (%)	Δe (%)	Δm (%)	Π (%)
50, 1	2,30	3,54	17,49	17,59	5,28	3,80
50, 2	2,31	3,55	17,60	17,37	5,49	3,53
70, 1	2,35	3,57	17,05	16,89	5,38	2,99
70, 2	2,35	3,57	16,95	16,97	5,47	2,99
90, 1	2,39	3,59	15,97	16,19	4,02	2,45
90, 2	2,39	3,59	15,97	16,49	4,21	2,45

Document réponse n° 1 complété

Pression en MPa	θ °C.	CRU D_1 mm.	CRU e_1 mm.	CRU m_1 g.	CRU α_1 g.cm^{-3}.	CUIT D_2 mm.	CUIT e_2 mm.	CUIT m_2 g.	CUIT α_2 g.cm^{-3}.	Retrait % sur cuit ΔD	Retrait % sur cuit Δe	Perte de masse % sur cuit Δm	Porosité Totale Π
50	1600	25,12	5,95	6,78	**2,30**	21,38	5,06	6,44	**3,54**	17,49	**17,59**	**5,28**	**3,80**
50	1600	25,12	5,88	6,72	**2,31**	21,36	5 ,01	6,37	3,55	**17,60**	**17,37**	**5,49**	**3,53**
70	1600	25,12	5 ,88	6,85	2,35	21,46	5,03	6,50	**3,57**	**17,05**	16,89	**5,38**	**2,99**
70	1600	25,12	5,79	6,75	**2,35**	21,48	4,95	6,40	**3,57**	**16,95**	**16,97**	5,47	**2,99**
90	1600	25,12	5,67	6,72	2,39	21,66	4,88	6,46	3,59	15,97	16,19	4,02	2,45
90	1600	25,12	5,65	6 ,68	**2,39**	21,66	4,85	6,41	**3,59**	**15,97**	**16,49**	**4,21**	2,45

✓ RÉPONSE À RETENIR

Document réponse n° 1 complété : valeurs du tableau, arrondies à deux décimales.

Question I-5. Justifier la perte de masse à la cuisson.

La masse diminue parce que la cuisson élimine des constituants volatils. L'eau présente dans les granulés s'évapore ; les liants organiques éventuellement ajoutés pour faciliter le pressage se décomposent ou brûlent. Les gaz produits quittent la pastille. La masse de la pastille cuite est donc inférieure à sa masse crue.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La perte de masse provient de l’évaporation de l’eau et de l’élimination des constituants volatils, notamment des liants organiques.

Question I-6. Conclure quant à l'influence de la pression sur les retraits et sur le frittage.

Les mesures montrent une diminution globale des retraits quand la pression passe de 50 à 90 MPa : le retrait au diamètre baisse d’environ 17,5 % à 16,0 %. La masse volumique cuite augmente globalement, de 3,54 à 3,59 $g \cdot cm^{-3}$, et la porosité calculée diminue. Une pression de pressage plus élevée compacte donc davantage les granulés avant cuisson et favorise la densification par frittage.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Une pression plus forte réduit globalement les retraits et favorise le frittage : densité cuite accrue et porosité réduite.

5. Composition céramique et analyse thermogravimétrique

Une matière d'œuvre céramique composée de kaolinite, de calcite, de magnésite et de quartz est caractérisée par son analyse chimique massique. L'étude porte sur les transformations lors d'une cuisson à 1000 °C en atmosphère neutre, les pertes de masse, la courbe thermogravimétrique, les quantités de constituants et la famille de matériau.

Question II-1. Définir l'expression « analyse thermogravimétrique ».

L’analyse thermogravimétrique (ATG) consiste à enregistrer la masse d’un échantillon pendant un chauffage programmé, en fonction de la température. L’essai est réalisé dans une atmosphère définie. Une perte de masse traduit le départ d’espèces volatiles, comme l’eau ou le dioxyde de carbone, libérées par séchage ou réaction chimique. Les températures auxquelles ces pertes apparaissent aident à identifier les transformations du matériau.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> L’ATG mesure l’évolution de la masse d’un échantillon en fonction de la température.

Question II-2-a. Expliquer les phénomènes physico-chimiques qui se produisent dans la kaolinite, la calcite, la magnésite et le quartz lors d'une cuisson à 1000 °C en atmosphère neutre.

À 1000 °C, les transformations principales sont :

- **Kaolinite :** déshydroxylation, avec départ d’eau et formation de métakaolinite, puis évolution vers des phases aluminosilicatées.
- **Calcite :** décarbonatation en CaO et CO_2.
- **Magnésite :** décarbonatation en MgO et CO_2.
- **Quartz :** inversion réversible du quartz α en quartz β au voisinage de 573 °C, sans perte de masse ; le retour à α a lieu au refroidissement.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Kaolinite : départ d’eau ; calcite et magnésite : départ de CO_2 ; quartz : inversion sans perte de masse.

Question II-2-b. Écrire les équations des réactions chimiques qui s'accompagnent d'une perte de masse pour la matière.

Les pertes de masse proviennent du départ des gaz lors de la déshydroxylation de la kaolinite et de la décarbonatation des deux carbonates. Les équations équilibrées sont :

1. $Al_2O_3{\cdot}2SiO_2{\cdot}2H_2O \rightarrow Al_2O_3{\cdot}2SiO_2 + 2H_2O(g)$
2. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2(g)$
3. $MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2(g)$

Le quartz ne donne pas lieu à une réaction entraînant une perte de masse dans les conditions indiquées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

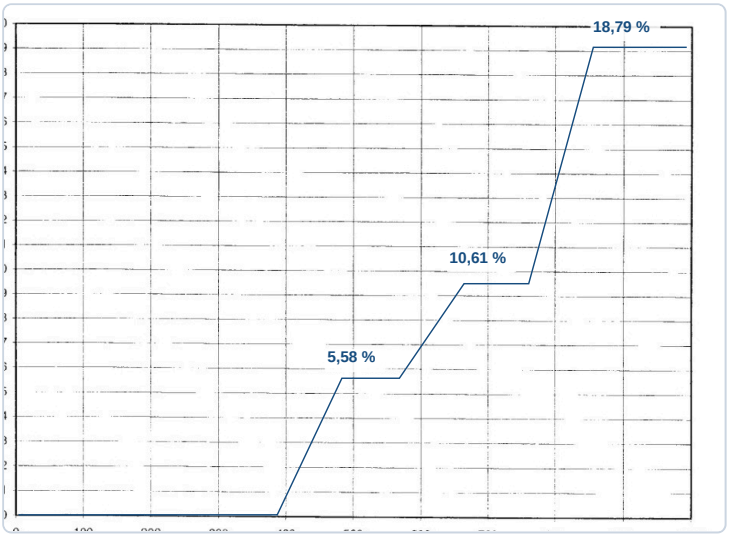
Les gaz libérés sont H_2O et CO_2.

Question II-2-c. À partir de l'analyse chimique, établir la courbe d'analyse thermogravimétrique de 20 °C à 1000 °C en explicitant les calculs, puis la tracer sur le document réponse n° 2.

Pour 100 g de matière, la perte d'eau de la kaolinite vaut 15,80 × 36/102 = 5,58 g. Les pertes de CO_2 valent 10,40 × 44/56 = 8,17 g pour la calcite et 4,58 × 44/40 = 5,04 g pour la magnésite. Leur somme est 18,79 g, conforme à la perte au feu.

La courbe indique la perte cumulée : 0 %, puis 5,58 %, 10,61 % et enfin 18,79 %. Les températures de transition sont schématiques, car elles ne sont pas chiffrées dans les données.

Courbe ATG complétée



✓ RÉPONSE À RETENIR

Perte cumulée à 1000 °C : 18,79 %.

Question II-2-d. Calculer les masses de kaolinite, de calcite, de magnésite et de quartz présentes dans 100 kg de matière d'œuvre.

Les teneurs en CaO et MgO donnent directement les quantités de calcite et de magnésite. L'alumine permet de calculer la kaolinite ; le quartz correspond ensuite à la silice restante.

Constituant	Calcul pour 100 kg	Masse
Kaolinite	15,80 × 258/102	39,96 kg
Calcite	10,40 × 100/56	18,57 kg
Magnésite	4,58 × 84/40	9,62 kg
Quartz	50,43 − 15,80 × 120/102	31,84 kg

✓ RÉPONSE À RETENIR

Kaolinite : 39,96 kg ; calcite : 18,57 kg ; magnésite : 9,62 kg ; quartz : 31,84 kg.

Question II-2-e. À quelle famille de matériau correspond cette composition de matière d'œuvre ?

La matière associe une argile aluminosilicatée, la kaolinite, à du quartz et à des carbonates apportant des oxydes fondants après cuisson. Ce mélange d'argile, de silice et de fondants caractérise une composition de céramique silicatée traditionnelle. Il ne s'agit pas d'une céramique technique constituée principalement d'oxydes de haute pureté.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Famille des céramiques silicatées traditionnelles.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2006)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de chimie et matériaux céramiques, code IQE4EC, ne précise ni session, ni durée, ni coefficient. Elle étudie la préparation d'une glaçure, le séchage, l'ajustement du pH d'un défloculant, le pressage de granulés d'alumine et la cuisson d'une composition céramique. Elle évalue les calculs de matière, les gaz parfaits, les réactions acide-base, les propriétés des pastilles et l'analyse thermogravimétrique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La masse d'un constituant se calcule avec m = n × M ; une recette à masse cible conserve les proportions massiques.
- Pour un gaz parfait, PV = nRT ; utiliser la pression en pascals, le volume en mètres cubes et la température en kelvins.
- L'humidité sur produit sec est le rapport de la masse d'eau à la masse sèche.
- Une analyse thermogravimétrique représente l'évolution de la masse de l'échantillon en fonction de la température.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les grandeurs dans des unités cohérentes, notamment les cm^3 en m^3 et les températures en kelvins pour les calculs de gaz.
- Lire le volume d'acide sur la courbe pour un pH compris entre 9 et 10, puis utiliser la concentration et la stœchiométrie.
- Respecter les mesures crues et cuites et le dénominateur demandé pour les pourcentages sur cuit.
- Compléter les documents réponses n° 1 et n° 2 et vérifier les unités, les calculs et la cohérence des résultats.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la masse d'eau à retirer lorsque l'humidité est donnée sur produit sec ?

L'humidité sur produit sec est le rapport entre la masse d'eau et la masse sèche. Si la masse totale humide est connue, déterminez la masse sèche avec ce taux, puis calculez la masse d'eau comme la différence entre masse humide et masse sèche.

Q : Comment exploiter la courbe de titrage pour ajuster le pH du défloculant ?

Repérez sur la courbe un pH compris entre 9 et 10 et lisez le volume d'acide correspondant. Convertissez ce volume en litres, calculez la quantité de matière avec n = C × V, puis utilisez l'équation de réaction pour les proportions stœchiométriques.

Q : Quelle durée et quel barème faut-il prévoir pour cette épreuve ?

La durée et le coefficient ne sont pas indiqués sur les pages fournies. Les points annoncés sont 3,5 pour la glaçure, 7 pour le séchage, 9,5 pour le pH, 12 pour le contrôle des granulés et 8 pour la composition céramique.

Q : Quels éléments faut-il présenter pour les calculs de pastilles et la courbe thermogravimétrique ?

Le sujet demande les expressions littérales des grandeurs, les calculs nécessaires et le report des résultats sur les documents réponses. Présentez des unités cohérentes et distinguez clairement les données des pastilles crues et cuites.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsic.fr/assets/annales/bts-ic/E4 - Réponse à une affaire/2006/BTS IC - E4 - Réponse à une affaire - Session 2006 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Industries Céramiques : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.