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 1 : Rhéologie et colorimétrie (10 points)

L'équipement des salles de bains fait appel à des appareils sanitaires en grès fin et à des baignoires en acrylique ou en acier ou fonte émaillée.
Les supports et les émaux sont de natures différentes.
Dans ce cadre se pose le problème de la mise au point de la couleur et de la rhéologie des émaux.

1.1 De nombreuses conditions affectent la façon dont nous percevons les couleurs. Mais la perception de la couleur d'un objet dépend de trois facteurs principaux. Citez-les.

1.2 L'espace Lab est actuellement l'un des plus utilisés pour mesurer la couleur des objets.

Que représentent les valeurs L, a et b ?

1.3 Une nouvelle gamme d'émaux pour sanitaire est testée au spectrocolorimètre sous deux illuminants différents.
Les moyennes des résultats de l'étude sont regroupés dans les tableaux suivants :

Remarques :
Les émaux XX1 et XX2 sont mis au point pour les baignoires en acier émaillé
Les émaux AB1 et AB2 sont mis au point pour les appareils sanitaires en grès fin.
Illuminant A correspond à l'éclairage à incandescence
Illuminant D65 correspond à la lumière moyenne du jour avec UV

	Email XX1		**Email XX2**	
	Illuminant A	Illuminant D65	Illuminant A	Illuminant D65
L	74,72	74,71	71,79	74,52
a	15,32	15,32	14,31	16,89
b	10,21	10,22	9,27	13,28

	Email AB1		**Email AB2**	
	Illuminant A	Illuminant D65	Illuminant A	Illuminant D65
L	74,72	70,32	74,71	74,70
a	15,33	12,14	15,32	15,31
b	10,22	8,91	10,22	10,21

1.3.1 Quel est l'intérêt de faire l'étude sous deux illuminants différents. Justifiez votre réponse

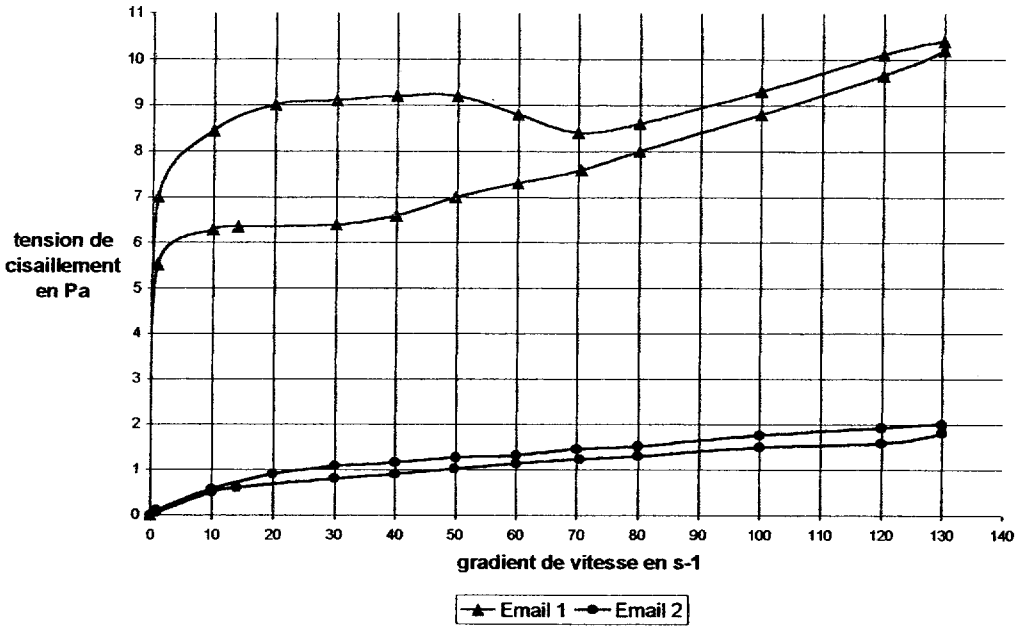
1.3.2 Pour les quatre couples d'émaux à envisager pour une salle de bains complète :

- calculez l'écart de couleur ΔE
- indiquez la raison du choix ou du rejet : on considèrera que l'écart de couleur n'est pas décelable par l'œil si $\Delta E \leq 1,5$.

On donne : expression de l'écart de couleur ΔE

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

1.4 L'étude rhéologique de deux émaux, l'un pour acier, l'autre pour grès fin a conduit aux résultats suivants :



1.4.1 Donnez la valeur de la limite d'écoulement pour les deux émaux.

1.4.2 Calculez la viscosité utile pour les deux émaux.

1.4.3 Quel est l'intérêt de la limite d'écoulement pour une suspension d'émail. En déduire lequel de ces deux rhéogrammes correspond à l'émail pour acier.

Exercice 2 : dosage complexométrique des ions Ca^{2+} contenus dans une solution. (5,5 points)

Pour ce dosage on dispose d'une solution mère d'EDTA de concentration $C = 2{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}
Pour obtenir la solution titrante, il faut diluer la solution mère d'EDTA.

2.1. On souhaite préparer 100 mL de solution fille de concentration molaire $C' = 1{,}0.10^{-3}$ mol.L^{-1}.

2.1.1. Quel volume de solution mère faut-il prélever ?

2.1.2. Préciser le matériel utilisé pour réaliser cette dilution.

2.2. Le pH de la solution obtenue est tel que la formule simplifiée de l'EDTA peut s'écrire Y^{4-}.
Les ions Ca^{2+} forment avec les ions Y^{4-} un complexe constitué d'un atome central et d'un ligand
Ecrire l'équation de la réaction de dosage.

2.3. La prise d'essai est constituée de 100 mL de la solution contenant les ions Ca^{2+}
Le volume équivalent du dosage est $V_{éq} = 20$ mL.

2.3.1 Calculer la concentration des ions Ca^{2+} dans la solution.

2.3.2 En déduire son titre massique.

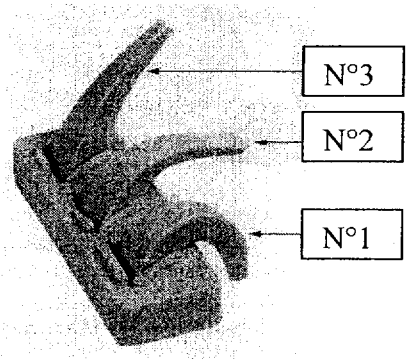
Données :
Masse molaire atomique : M(Ca) = 40,1 g.mol^{-1}

Exercice 3 : Mesure et contrôle des températures (10 points)

Remarque : les questions 3.5, 3.6 et 3.7 sont indépendantes

Les montres fusibles que l'on trouve dans le commerce se classent en neuf catégories selon leur composition.
Elles ont la forme de pyramides triangulaires tronquées. Soumises à l'influence de la chaleur, elles se ramollissent et s'inclinent.
La série 7 à 27 est obtenue à partir de kaolin, sable quartzeux, feldspath et craie.
Le tableau suivant donne la composition chimique molaire de quelques montres de la série 7 à 27 et leur température de ramollissement.

Remarque : on dit qu'une montre a atteint sa température de ramollissement lorsque l'inclinaison du cône est parallèle au sol.(voir schéma : montre N°2)



N°	Température de ramollissement en °C	CaO	K_2O	Al_2O_3	SiO_2
7	1230	0,7	0,3	0,7	7
10	1300	0,7	0,3	1	10
15	1435	0,7	0,3	2,1	21
18	1500	0,7	0,3	3,1	31
20	1530	0,7	0,3	3,9	39
27	1610	0,7	0,3	20	200

3.1 Exprimez la composition molaire en CaO, Al_2O_3 et SiO_2 des montres 7 et 27.
On considèrera qu'une mole de K_2O est équivalente à une mole de CaO.

3.2 Calculez la composition massique en CaO, Al_2O_3 et SiO_2 des montres 7 et 27.

3.3 Placez les points représentatifs des montres 7 et 27 sur le diagramme SiO_2-Al_2O_3-CaO donné en annexe.

3.4 Donnez la structure des montres 7 et 27 à leur température de ramollissement.

3.5 Donnez la composition massique en :
- kaolinite
- carbonate de calcium
- quartz
- feldspath orthose

permettant de réaliser les compositions molaires des montres 7 et 27.

3.6 Citez les facteurs qui conditionnent la chute d'une montre.

3.7.Les montres fusibles peuvent-elles être utilisées à la mesure des températures ? Justifiez votre réponse.

On donne :

Formules

Orthose	: $6SiO_2\ Al_2O_3\ K_2O$	Kaolinite	: $2SiO_2\ Al_2O_3\ 2H_2O$
Carbonate de calcium:	$CaCO_3$	Quartz	: SiO_2
Mullite	: $2SiO_2\ 3Al_2O_3$	Anorthite	: $2SiO_2\ Al_2O_3\ CaO$

Masses molaires atomiques : en $g.mol^{-1}$

Si = 28	Al = 27	K = 39	O = 16	Ca = 40	C = 12	H = 1

Exercice 4 : Structure cristalline de l'oxyde de calcium (4,5 points)

Parmi les matières testées, l'oxyde de calcium cristallise dans la maille cubique dessinée ci-dessous :

- les ions O^{2-} sont disposés selon un assemblage cubique à faces centrées.
- Les ions Ca^{2+} occupent tous les sites octaédriques définis par les ions O^{2-} .

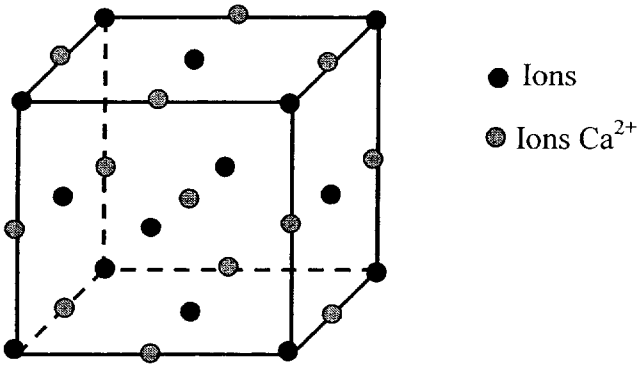
4.1 Calculer le nombre moyen par maille d'ions Ca^{2+} (noté $Z(Ca^{2+})$) et le nombre moyen par maille d'ions O^{2-} (noté $Z(O^{2-})$). Vérifier la stœchiométrie de cet oxyde.

4.2 Le contact mixte impose que la somme des rayons de deux ions Ca^{2+} et O^{2-} en contact est égale à la moitié de l'arête du cube (voir figure). En déduire l'expression du côté a du cube en fonction des rayons de ces deux ions, notés r(+) et r(-).

4.3 Calculer le paramètre de maille a.

4.4.1 Calculer la masse d'une maille

4.4.2En déduire la masse volumique de cet oxyde, exprimée en $kg.m^{-3}$.



Données :

Rayons ioniques : $r(+) = 0,99.10^{-10}$ m

$r(-) = 1,4.10^{-10}$ m

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: M(Ca) = 40,1 M(O) = 16,0

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02.10^{23}\ mol^{-1}$.

Exercice 5 : Etude d'un four électrique

Il s'agit d'un four industriel de grande puissance destiné à la cuisson céramique.

Partie A : montage triphasé équilibré. (5 points)

Lors de la cuisson, on souhaite atteindre rapidement la température de 1100°C, puis stabiliser cette température (régime stationnaire).

L'atelier de cuisson est alimenté par un réseau électrique triphasé 230V/400V.

A.1 Comment nomme-t-on chacune de ces tensions ?

A.2 Le chauffage s'effectue par trois récepteurs identiques de résistance R = 8 Ω, que l'on peut coupler en étoile ou en triangle.

A.2.1 Calculer dans chaque la valeur de l'intensité parcourant chaque résistance.

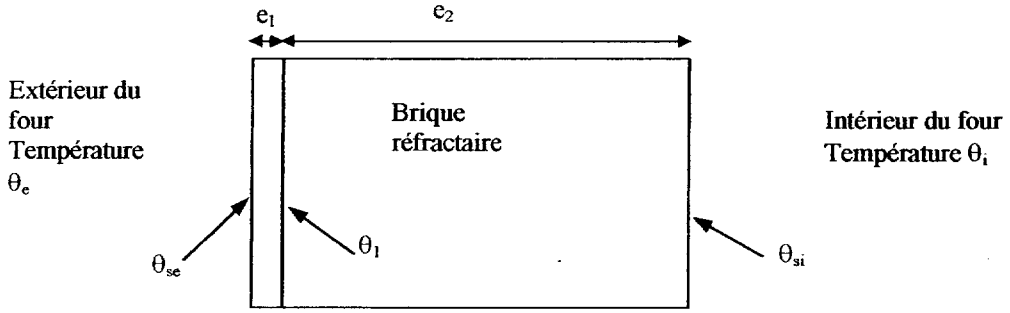
A2.2 Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans l'ensemble des résistances, lors du couplage étoile, et lors du couplage triangle.

A2.3 En déduire le couplage à adopter lors de la montée en température d'une part, lors du maintien de la température d'autre part.

Partie B : transferts thermiques en régime stationnaire : (5 points)

L'isolation du four est constituée d'une épaisseur e_1 de fibre céramique et d'une épaisseur e_2 de brique réfractaire. Le schéma ci-dessous représente la coupe d'une paroi.

La surface intérieure du four est S = 6 m².



On rappelle que la résistance thermique R s'exprime en fonction de la différence de température Δθ et du courant thermique ϕ : $R = \frac{\Delta\theta}{\phi}$.

B.1 Donner l'unité de résistance thermique.

B.2 Exprimer puis calculer la résistance thermique de la surface totale du four en fonction de S, des différents coefficients thermiques et des épaisseurs de matériau.

B.3 Calculer le flux thermique ϕ.

B.4 La température intérieure étant maintenue à 1100°C, calculer la température à la surface de la brique à l'intérieur du four (θ_{si}) puis celle à l'interface brique-fibre, que l'on note θ_1, et celle de la paroi extérieure θ_{se}.

Données :

Température de l'atmosphère du four : θ_i = 1100°C

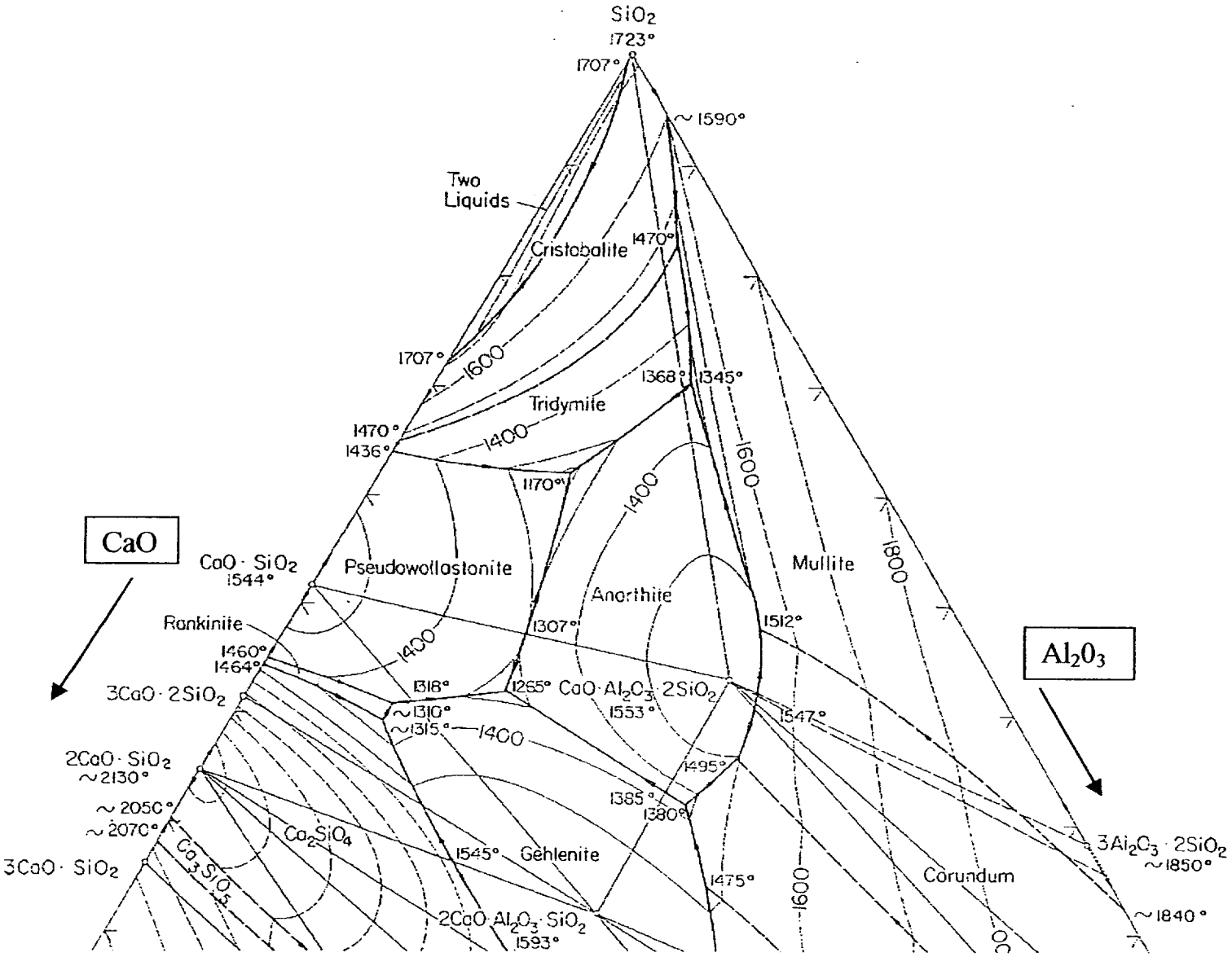
Température de l'atmosphère de l'atelier : θ_e = 20°C

Coefficient de transmission de chaleur à l'intérieur du four : α_i = 27 $W.K^{-1}.m^{-2}$

Coefficient de transmission de chaleur à l'extérieur du four : α_e = 12,5 $W.K^{-1}.m^{-2}$

Matériau	fibre	Brique
Epaisseur	e_1 = 2,5 cm	e_2 = 22 cm
λ en $W.m^{-1}.K^{-1}$	λ_1 = 0,0625	λ_2 = 0,15

ANNEXE (à rendre avec la copie)



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.