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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

INDUSTRIES CÉRAMIQUES

ÉPREUVE E3.2 : PHYSIQUE-CHIMIE

SESSION 2026

Durée : 2 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
INDUSTRIES CÉRAMIQUES	2

Moyens de calculs et matériel autorisés :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CONSIGNES GÉNÉRALES : CÉRAMIQUES DU LIMOUSIN, ATELIER DE FABRICATION ET LABORATOIRE DE CONTRÔLE, LIMOGES

L'atelier Céramiques du Limousin fabrique des produits réfractaires et des pièces céramiques. Le laboratoire contrôle une matière première contenant du carbonate de calcium, suit le refroidissement d'un four après cuisson et vérifie les caractéristiques énergétiques d'une installation de chauffage.

Les trois exercices sont indépendants. Les données nécessaires figurent dans le sujet. Les résultats numériques seront accompagnés de leur unité et arrondis à trois chiffres significatifs, sauf indication contraire. Toute réponse devra être justifiée par un calcul ou un raisonnement adapté.

Exercice 1 : Décomposition thermique d'une matière première (7 points)

Stœchiométrie, quantité de matière et gaz parfait

Un lot de calcaire est utilisé comme matière première pour une composition céramique. La masse du lot est de 250 g et sa teneur massique en carbonate de calcium est de 92,0 %. Lors de la calcination, le carbonate de calcium se décompose selon la réaction indiquée ci-dessous. On suppose que la réaction est complète et que les autres constituants du lot ne produisent pas de dioxyde de carbone.

La masse molaire du carbonate de calcium vaut $M(\mathrm{CaCO_3}) = 100,0\ \mathrm{g\,mol^{-1}}$. À la température de calcination, $T = 900\ ^\circ\mathrm{C}$, les gaz sont à la pression $P = 1,00 \times 10^5\ \mathrm{Pa}$. On assimilera le dioxyde de carbone à un gaz parfait, avec $R = 8,314\ \mathrm{J\,mol^{-1}\,K^{-1}}$ et $T(\mathrm{K}) = T(^\circ\mathrm{C}) + 273,15$.

La transformation chimique est modélisée par : $\mathrm{CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)}$. Pour un gaz parfait, $PV = nRT$.

Données du lot de calcaire

Grandeur	Valeur
Masse du lot	250 g
Teneur massique en $CaCO_3$	92,0 %
$M(CaCO_3)$	100,0 g·mol⁻¹
Température de calcination	900 °C
Pression du gaz	1,00 × 10⁵ Pa

Données mesurées au laboratoire de contrôle.

1.1 (1 point) Calculer la masse de carbonate de calcium contenue dans le lot.

1.2 (1 point) Vérifier que l'équation de décomposition fournie est équilibrée. Préciser le nombre de moles de dioxyde de carbone formées par mole de carbonate de calcium consommée.

1.3 (1,5 point) Calculer la quantité de matière de carbonate de calcium présente dans le lot. En déduire la quantité de matière de dioxyde de carbone formée si la transformation est complète.

1.4 (2 points) Convertir la température de calcination en kelvins, puis calculer le volume de dioxyde de carbone produit. Donner le résultat en mètres cubes puis en litres.

1.5 (1,5 point) Compléter le tableau du DR 1 avec les résultats obtenus. Indiquer le calcul ou la relation utilisée pour déterminer le volume de dioxyde de carbone.

Exercice 2 : Refroidissement d'un four de cuisson (6 points)

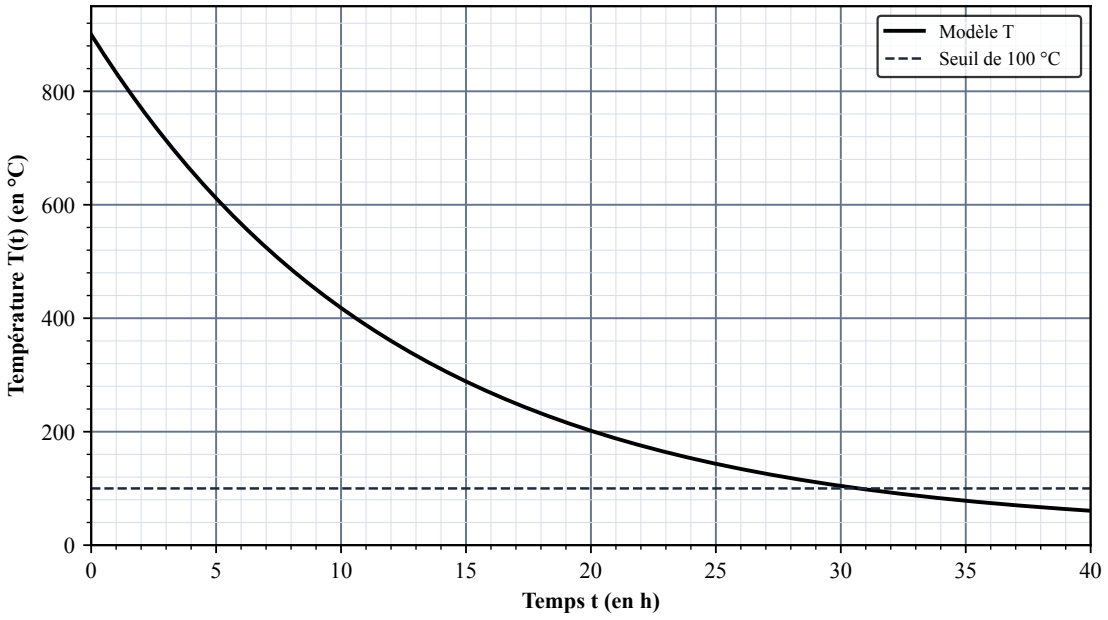
Fonction exponentielle, dérivée et exploitation graphique

Après une cuisson, un four industriel est mis à l'arrêt. La température ambiante de l'atelier est de 25 °C. Pendant la phase étudiée, la température du four, en degrés Celsius, est modélisée en fonction du temps t, exprimé en heures, par :

$$T(t) = 25 + 875\ \exp(-0,08t), \qquad t \geq 0.$$

Le modèle est valable pendant les 40 premières heures suivant l'arrêt du chauffage. On rappelle que la dérivée de $\exp(at)$ est $a\exp(at)$, et que $\ln$ désigne le logarithme népérien.

Température du four en fonction du temps



Courbe représentative du modèle pendant les 40 premières heures.

Sens de variation de la température modélisée

t (en h)	**0**	**40**
Signe de T'(t)	**-**	
Variations de T	**900** ↘	**60,9**

2.1 (1,5 point) Calculer la température du four 10 heures après l'arrêt du chauffage. Donner le résultat au degré Celsius près.

2.2 (1,5 point) Déterminer l'expression de la dérivée $T'(t)$. Calculer la vitesse instantanée de refroidissement à $t = 5\ \text{h}$, avec son unité, puis interpréter son signe.

2.3 (1,5 point) À l'aide de la représentation graphique, estimer le temps nécessaire pour que la température du four atteigne 100 °C. Indiquer la méthode de lecture utilisée.

2.4 (1,5 point) Résoudre l'équation $T(t) = 100$ à l'aide du modèle. Donner le résultat au dixième d'heure près et le comparer à l'estimation graphique.

Exercice 3 : Vérification d'une installation de chauffage (7 points)

Puissance électrique, énergie et rendement

Un équipement de chauffage électrique triphasé alimente une zone de séchage de pièces céramiques. Sa puissance électrique active nominale est de 24,0 kW. Il est alimenté sous une tension composée de 400 V et son facteur de puissance vaut $\cos\varphi = 0,90$. La durée de fonctionnement étudiée est de 1 h 30 min. L'énergie thermique effectivement transmise aux pièces et à l'enceinte pendant cette durée est évaluée à 82,0 MJ.

Pour un récepteur triphasé équilibré, on utilisera $P = \sqrt{3}\,U\,I\,\cos\varphi$. L'énergie électrique consommée est donnée par $E = P\,\Delta t$. On rappelle que $1\ \text{kWh} = 3,60\ \text{MJ}$. Le circuit est protégé par un dispositif de calibre 40 A. Les valeurs de puissance, de tension et de facteur de puissance sont les valeurs nominales de fonctionnement.

Caractéristiques nominales de l’installation

Grandeur	Symbole	Valeur
Puissance électrique active	P	24,0 kW
Tension composée	U	400 V
Facteur de puissance	cos φ	0,90
Durée de fonctionnement	Δt	1 h 30 min
Énergie thermique transmise	E utile	82,0 MJ
Calibre de protection	I max	40 A

Données de la plaque signalétique et du relevé de fonctionnement.

3.1 (1,5 point) Convertir la durée de fonctionnement en heures, puis en secondes.

3.2 (2 points) À partir de la relation triphasée fournie, calculer l’intensité efficace du courant de ligne. Comparer le résultat au calibre de 40 A et conclure uniquement sur ce critère nominal.

3.3 (2 points) Calculer l’énergie électrique consommée en kilowattheures, puis en mégajoules.

3.4 (1,5 point) Calculer le rendement énergétique de l’installation pour la période étudiée, défini par $\eta = \dfrac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{électrique}}}$. Exprimer le résultat en pourcentage.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DONNÉES ET RELATIONS UTILES AUX EXERCICES

Constantes et relations mises à disposition pour la résolution des exercices. Pour un gaz parfait : $PV = nRT$. Pour une conversion de température : $T(\mathrm{K}) = T(^\circ\mathrm{C}) + 273,15$. Pour l'énergie électrique : $E = P\,\Delta t$. Pour un récepteur triphasé équilibré : $P = \sqrt{3}\,U\,I\,\cos\varphi$.

Constantes et conversions

Donnée	Valeur
Constante des gaz parfaits	R = 8,314 J·mol⁻¹·K⁻¹
Conversion de température	T(K) = T(°C) + 273,15
Conversion énergétique	1 kWh = 3,60 MJ
Masse molaire du carbonate de calcium	M($CaCO_3$) = 100,0 g·mol⁻¹

Valeurs utiles aux calculs du sujet.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Tableau de résultats de l'exercice 1 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases repérées par « ... » et joindre ce document à la copie. Les résultats doivent comporter leur unité.

Bilan de la décomposition thermique du carbonate de calcium

Grandeur recherchée	Résultat
Masse de $CaCO_3$ dans le lot	.....
Quantité de matière de $CaCO_3$	.....
Quantité de matière de CO_2 formée	.....
Température absolue de calcination	.....
Volume de CO_2 en m^3	.....
Volume de CO_2 en L	.....

À compléter à partir des données de l'exercice 1.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

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.