EXERCICE 3 – FOUR À CÉRAMIQUE (5 points)

Pour obtenir des objets en céramique, il faut les placer à l'intérieur d'un four adapté. Les objets sont introduits dans le four à température ambiante, chauffés progressivement jusqu'à atteindre 1000 °C (phase 1) et maintenus à cette température pendant une durée précise pour obtenir une céramique réussie (phase 2).

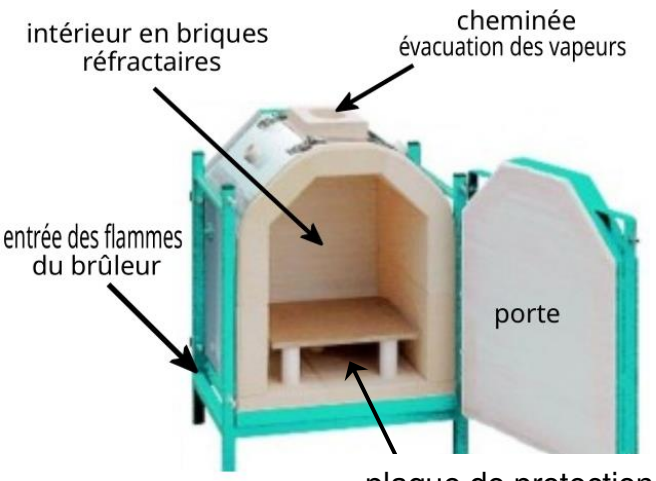
L'objectif de cet exercice est d'évaluer la consommation de gaz d'un four lors des deux phases de la cuisson.

DOCUMENT 1 - Le four

Une fois allumé, un brûleur à propane est placé devant l'entrée en bas du four. Les flammes jaillissent à l'intérieur sous une plaque de protection sur laquelle sont placées les pièces à cuire.

L'intérieur du four est fabriqué en briques réfractaires, dotées d'une grande résistance thermique.

Au sommet du four, une cheminée permet d'évacuer l'air et les vapeurs.



Caractéristiques du four

- Capacité thermique massique : $c_f = 800\ \text{J·K}^{-1}\text{·kg}^{-1}$
- Masse du four : $m_f = 120\ \text{kg}$
- Résistance thermique du four : $R_{th} = 0{,}6\ \text{K·W}^{-1} = 0{,}6\ \text{°C·W}^{-1}$

DOCUMENT 2 - Bouteille de propane

Pour la cuisson, on utilise du propane, gaz combustible, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Masse molaire du propane : $M = 44{,}1\ \text{g·mol}^{-1}$
- Énergie molaire libérée lors de la combustion du propane : $E_n = 2004\ \text{kJ·mol}^{-1}$

Rappels

- $T(\text{K}) = \theta\,(\text{°C}) + 273{,}15$
- La variation de l'énergie interne ΔU d'un système incompressible de masse m et de capacité thermique massique c, dont la température passe de θ_i à θ_f, est donnée par la relation :

$$\Delta U = m \times c \times (\theta_f - \theta_i).$$

Données

- Le débit massique de gaz en sortie de bouteille, D, en g·h^{-1}, est la masse de gaz, en gramme, cédée par la bouteille durant 1 h.
- La résistance thermique est reliée au flux thermique par la relation : $\Phi = \frac{(\theta_{four} - \theta_{ext})}{R_{th}}$,

  avec le flux Φ en watt et la différence de température $(\theta_{four} - \theta_{ext})$ entre le four et l'air extérieur, en K ou en °C.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 2
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Partie A - Durée de la mise en température du four

On veut déterminer la quantité de gaz brûlée dans le four pour élever sa température de θ_i = 20 °C à θ_f = 1000 °C.

1. Calculer la variation d'énergie interne ΔU du système { *four* } lorsque sa température passe de θ_i à θ_f.
2. Appliquer le premier principe de la thermodynamique au système { *four* } et en déduire la valeur de la quantité d'énergie Q reçue par le système par transfert thermique.

Lors de la phase de chauffe, la combustion du gaz dégage une quantité de chaleur Q_A supérieure à Q car 33 % de la quantité Q_A est perdue lors de la chauffe.

3. Montrer que la quantité d'énergie thermique Q_A que doit fournir la combustion du gaz a pour valeur $Q_A = 1{,}4\times10^8$ J.
4. Déduire des questions précédentes la valeur de la masse m_g de gaz nécessaire pour atteindre la température θ_f.
5. En supposant que, pour cette phase, le débit du gaz en sortie de bouteille est constant et vaut D = 1250 g·h^{-1}, déterminer la valeur de la durée Δt_A nécessaire pour que la température du four atteigne la valeur souhaitée.

Partie B - Maintien en température

Une fois la température de 1000 °C atteinte, la combustion du propane est maintenue pour que le four reste à cette température θ_{four} = 1000 °C pendant la durée Δt_B = 20 min. Le lieu où se trouve le four (milieu extérieur) demeure en permanence à la température θ_{ext} = 20 °C.

On note Q_B la quantité de chaleur reçue par le système { *four* }, due à la combustion du propane durant la durée Δt_B, pour compenser les pertes thermiques vers le milieu extérieur.

6. Citer les trois modes de transfert thermique possibles du four vers le milieu extérieur.

Le constructeur du four indique une résistance thermique de R_{th} = 0,60 K·W^{-1}.

7. Calculer la valeur du flux thermique Φ entre le système { *four* } et le milieu extérieur lorsque le four est maintenu à θ_{four} = 1000 °C.

Le four est maintenu à cette température pendant la durée Δt_B = 20 min.

8. Montrer que la valeur de l'énergie Q_B nécessaire pour maintenir constante la température du four pendant cette durée est proche de 2,0 MJ.
9. En déduire la valeur de la masse de gaz minimale m_{min} qui doit être consommée pendant cette phase de maintien de la température du four à θ_{four} = 1000 °C.

Partie C – Comparaison des énergies

10. Comparer la valeur de l'énergie Q_A nécessaire pour la mise en température avec celle de l'énergie Q_B nécessaire pour maintenir le four à température. En tirer une conclusion pratique dans la vie quotidienne lorsque l'on a plusieurs cuissons différentes à réaliser.