

EXERCICE 1 commun à tous les candidats (4 points) : four de recuit de détente
(physique-chimie et mathématiques)



Lors de leur fabrication, certaines pièces métalliques peuvent présenter des faiblesses dues à un refroidissement inégal après la coulée ou lors du fraisage, du tournage ou du rabotage. Pour réduire les contraintes dans la pièce, on procède à un recuit de détente.

Le recuit de détente est un traitement thermique. Selon la norme NF EN ISO 4885, le recuit de détente, pour l'acier, est un recuit réalisé dans une plage de température de 550 °C à 650 °C suivi par un lent refroidissement pour réduire les contraintes internes sans modifier les propriétés des pièces.

Pour réaliser un recuit de détente, on dispose d'un four thermique électrique qui permet d'obtenir progressivement la température souhaitée à l'aide d'une résistance chauffante.

Le four étudié ici a une puissance de 2,0 kW.

La température au sein du four contenant les pièces en acier, dépendant du temps, est modélisée par une fonction θ . La température est exprimée en degré Celsius et le temps est exprimé en seconde.

On admet que la fonction θ , définie et dérivable sur l'intervalle $[0 ; +\infty[$, est une solution, sur cet intervalle, de l'équation différentielle suivante :

$$(E) : 800 y' + y = 600.$$

À l'instant $t = 0$, on met le four sous tension. La température est alors de 25 °C.

1. À partir de l'équation différentielle ci-dessus, déterminer une durée caractéristique de l'évolution de la température dans le four et la valeur limite atteinte par la température du four.

2. a. Montrer que la fonction θ est définie sur $[0 ; +\infty[$ par :

$$\theta(t) = 600 - 575 e^{-0,00125 t}.$$

b. Quelle sera la température du four au bout de 10 minutes ?

3. Selon la norme NF EN ISO 4885, le recuit de détente doit se faire lorsque la température du four est comprise entre 550 °C et 650 °C.
 - a. Selon ce modèle, déterminer le temps d'attente nécessaire pour que le four atteigne la température de 550 °C. On arrondira le résultat à la minute.
 - b. Selon ce modèle, la température du four peut-elle dépasser 600 °C ?

4. La capacité thermique massique de l'acier étant $c_m = 460 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$, déterminer la valeur de l'énergie E_{charge} nécessaire pour porter une charge de 2,50 kg de la température ambiante de 25 °C à la température de 550 °C.
En déduire alors la puissance moyenne dédiée à ce chauffage et commenter le résultat.