Rattrapage Projet Enjeu pour le 11/07/2018

Aurélien Genot
Projet Enjeu 2017-2018

28 Mai 2018

Exercice 1. Soit une barre de graphite d'épaisseur $L = 5$ cm, de volume LS, de conductivité thermique $\lambda = 150$ W/m/K, de capacité calorifique $C = 1$ J/g/K et de diffusivité thermique $\alpha = 20$ mm^2/s. La température initiale de la barre $T_S(t = 0)$ est égale à la température extérieure du gaz $T_1 = 300$ K. Le transfert à cette surface S, est modélisé par un coefficient d'échange $h_1 = 10$ W/m^2/K. La barre est chauffée par le gaz en 2, à la température $T_2 = 2000$ K avec $h_2 = 500$ W/m^2/K.

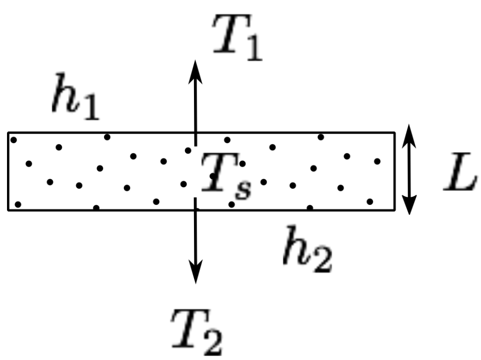

Figure 1: Barre de graphite : Echanges thermiques par convection

a) Ecrire l'équation de la chaleur dans la barre de graphite. Définir le nombre de Biot et démontrer que la température T_s peut être supposée uniforme dans la barre.

b) Simplifier l'équation de la chaleur et donner sa solution pour la condition initiale $T_s(t = 0) = T_1$.

c) Tracer T_s par rapport au temps t. Déterminer le temps à partir duquel T_s peut être supposé stationnaire. On supposera que ce temps correspond à l'instant où T_s a atteint 95% de sa valeur terminale.

d) Résoudre numériquement, par un script python, l'équation de la chaleur sans supposer T_s uniforme, par une discrétisation temporelle et spatiale 1D. Commentez à posteriori l'uniformité supposé dans la première question. Comparez la température $T_s(t)$ obtenu par le script python par rapport à la solution analytique, au cours du temps t.

Exercice 2. Soit une tuyère en graphite, avec les mêmes propriétés thermiques que dans l'exercice 1 (C, λ, α). Dans le convergent, les échanges par convection sont modélisés par un coefficient h_2 à la température T_2. Dans le divergent, on suppose une condition limite adiabatique. A l'extérieur, on modélise les échanges par h_1 avec un gaz à la température T_1. Les grandeurs h_1, h_2, T_1 et T_2 sont données dans l'exercice 1.

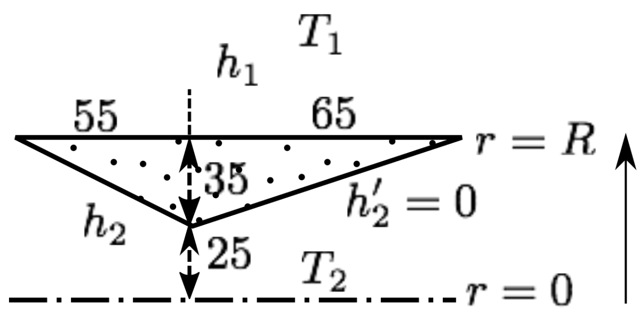

Figure 2: Tuyère en graphite : Echanges thermiques par convection. Les dimensions sont en cms. Il y a un axe de symétrie de révolution en $r = 0$.

a) Résoudre numériquement l'équation de la chaleur en coordonnées cylindriques. Utiliser l'hypothèse de symétrie et dicrétiser spatialement (en radial et axial) et temporellement l'équation en veillant de respecter les conditions limites et la forme de la géométrie. La condition initiale est $T_s(t = 0) = T_1$.

b) Evaluer numériquement le temps, à partir duquel on peut supposer une température T_s stationnaire dans le graphite.

c) Montrer le champ $2D$ de température T_s du graphite après le temps déterminé précédemment. Le commenter.