1 Question de cours

Loi de Fourier : interprétation et ordres de grandeurs.

2 Barreau d'uranium

La réaction nucléaire se produisant dans un barreau d'uranium dégage une puissance volumique $P_v = 700\,\mathrm{MW}\cdot\mathrm{m}^{-3}$. Le barreau considéré, d'axe Oz, a pour rayon $r = 10\,\mathrm{mm}$ et pour longueur $L = 10\,\mathrm{m}$. On étudie ce barreau en régime stationnaire établi.

On considère les parois latérales calorifugées de sorte que le vecteur densité de flux thermique a pour expression :

$$\vec{j} = j(z)\vec{e_z}.$$

On considère le contact idéal entre le bord du barreau et l'air extérieur à la température $\theta_0 = 200\,°\mathrm{C}$ en $z = 0$ et $z = L$. L'uranium a pour conductivité thermique $\lambda = 27\,\mathrm{W}\cdot\mathrm{m}^{-1}\cdot\mathrm{K}^{-1}$.

1. En raisonnant sur une tranche du barreau de longueur dz entre z et $z + dz$, déterminer une relation entre $j(z)$ et P_v.
2. Dans le cadre du régime stationnaire étudié, déterminer les constantes A, B et C dans la relation :
$$T(z) = Az^2 + Bz + C.$$
3. En déduire la valeur de la température maximale dans le barreau.

3 Barreau plongé dans l'air

On considère toujours $P_v = 700\,\mathrm{MW}\cdot\mathrm{m}^{-3}$. On suppose que le barreau a une longueur suffisante pour que l'on néglige les effets de bord.

On note $\vec{j} = j(r)\vec{e_r}$ le vecteur densité volumique de courant thermique en un point $M(r, \theta, z)$. On considère le contact idéal entre le bord du barreau et l'air extérieur à la température $\theta_0 = 200\,°\mathrm{C}$. L'uranium a pour conductivité thermique $\lambda = 27\,\mathrm{W}\cdot\mathrm{m}^{-1}\cdot\mathrm{K}^{-1}$.

1. En raisonnant sur une tranche du barreau de longueur dr entre les rayons r et $r + dr$, déterminer les constantes A et B dans la relation :
$$T(r) = Ar^2 + B.$$
2. En déduire la valeur de la température au centre du barreau.