Température d'un conducteur ohmique

Un conducteur ohmique de résistance $R = 1,00$ kΩ, assimilé à une phase condensée idéale de capacité thermique C, est placé dans l'air ambiant dont la température $T_0 = 293$ K est supposée constante. On suppose que l'atmosphère (de température T_0) fournit au conducteur ohmique (de température T) une puissance thermique :

$$\mathcal{P}_{th} = a\left(T_0 - T\right)$$

1) Déterminer le signe du paramètre a. À partir de $t = 0$, le conducteur ohmique est parcouru par un courant d'intensité $I = 100$ mA constante.

2) Établir l'équation différentielle vérifiée par la température T du conducteur ohmique pour $t > 0$.

3) Quel est ma durée caractéristique τ du phénomène décrit par cette équation ?

4) Au bout d'un temps suffisamment long, le conducteur ohmique atteint une température limite $T_\infty = 313$ K. En déduire la valeur du coefficient a.

Correction

Une question ? Un soucis de QRCode ? nicolasperrissin@gmail.com

Correction

1) Si $T_0 > T$, la chaleur circule de l'atmosphère vers le conducteur, donc $\mathcal{P}_{th} > 0$. On a donc nécessaire $\boxed{a > 0}$. Même raisonnement pour $T_0 < T$: cette fois la chaleur circule du conducteur vers l'atmosphère, donc $\mathcal{P}_{th} < 0$.

2) On applique le premier principe (version enthalpique, car transformation au contact de l'atmosphère donc monobare) infinitésimal au conducteur ohmique :

$$dH = C\,dT = RI^2\,dt + a\,(T_0 - T)\ dt \quad \Rightarrow \quad \boxed{\frac{dT}{dt} + \frac{T}{C/a} = \frac{RI^2}{C} + \frac{aT_0}{C}}$$

3) On identifie le temps caractéristique :

$$\boxed{\tau = \frac{C}{a}}$$

4) En régime permanent :

$$\frac{T_\infty}{C/a} = \frac{RI^2}{C} + \frac{aT_0}{C} \quad \Rightarrow \quad \boxed{a = \frac{RI^2}{T_\infty - T_0} = 500\ \text{mW}\cdot\text{K}^{-1}}$$