- EXERCICE 20.6 -

● **ENONCE :** « Variation d'entropie d'un corps mis en contact avec un thermostat »

Un métal de masse $m = 1kg$, de capacité thermique massique $c = 880 J.kg^{-1}.K^{-1}$ et de température initiale $T_0 = 27°C$, est mis en contact brutalement, à pression constante, avec un thermostat de température $T_1 = 100°C$; on attend que le métal soit en équilibre thermique avec la source de chaleur.

1) La transformation est-elle réversible ?
2) Calculer la variation d'entropie du métal, ainsi que la création d'entropie S^c : son signe était-il prévisible ?
3) En posant $x = T_0 / T_1$, montrer que le signe de S^c ne dépend pas de x.

Christian MAIRE
© EduKlub S.A.
Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021

● **CORRIGE :** « Variation d'entropie d'un corps mis en contact avec un thermostat »

1) Non : l'existence d'un gradient thermique est une cause fondamentale d'irréversibilité (pas de retour spontané possible à l'état initial).

2) La transformation réelle est donc non réversible, mais l'état initial et l'état final du métal sont parfaitement déterminés : l'entropie étant une **fonction d'état**, on peut alors imaginer une transformation **réversible** fictive, partant du même état initial et arrivant au même état final, qui conduira à la même variation d'entropie pour le métal choisi comme « système » (ce raisonnement n'est pas possible pour le thermostat et « l'Univers », car leur état final dépend quant à lui de la nature réelle de la transformation). On peut alors écrire :

$$dS = \frac{dQ}{T} = mc\frac{dT}{T} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\Delta S = mcLn(T_0/T_1) = 191{,}5 J.K^{-1}}$$

Par ailleurs, le métal a reçu de la part du thermostat la quantité de chaleur :

$Q = mc(T_1 - T_0) \quad \Rightarrow \quad S^{échange} = \dfrac{Q}{T_{source}} \dfrac{mc(T_1 - T_0)}{T_1}$; le Second Principe permet d'écrire :

$$\Delta S = mcLn(T_1/T_0) = S^{échange} + S^{créée} = \frac{mc(T_1 - T_0)}{T_1} + S^{créée} \quad \Rightarrow$$

$$\boxed{S^{créée} = mc\left[Ln(T_1/T_0) - \frac{(T_1 - T_0)}{T_1}\right] = +19{,}3 J.K^{-1}} \qquad (1)$$

Rq : l'entropie créée est logiquement strictement positive, puisque la transformation est irréversible.

3) La relation (1) peut se mettre sous la forme : $S^{créée} = mc[x - 1 - Lnx]$

Une étude graphique sommaire montre que la courbe $f(x) = x - 1$ est toujours au-dessus de la courbe $g(x) = Lnx$, donc que l'entropie créée est effectivement toujours positive, même si le thermostat était à une température plus basse que celle du métal ; on peut remarquer que les deux courbes sont tangentes en $x = 1$ $(T_1 = T_0) \Rightarrow S^{créée} = 0$, ce qui est normal puisqu'il n'y a alors plus de gradient thermique entre les deux systèmes mis en contact.

Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Fichier généré pour Visiteur (), le 31/05/2021