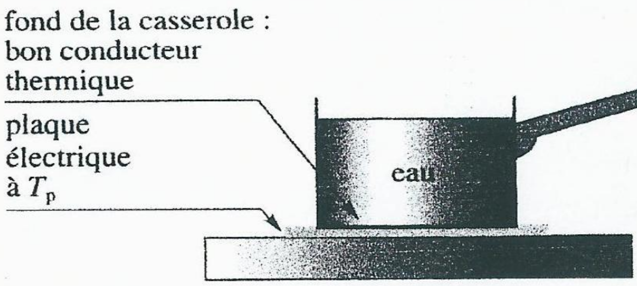
PSI* 2016 – 2017
TD N°8 - THERMODYNAMIQUE

EXERCICE 1 : Chauffage d'une masse d'eau

On s'intéresse à une masse d'eau, m, de capacité calorifique massique constante, c. Elle est chauffée, dans une casserole, sur une plaque électrique de température constante T_p.

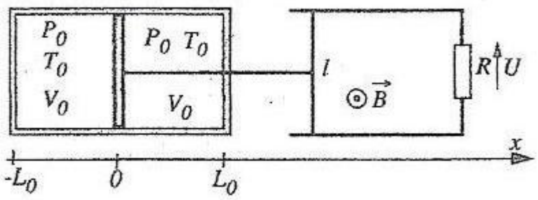


Au cours de cette « expérience », l'eau passe de T_1 à T_2. En faisant toutes les hypothèses qui paraissent raisonnables, modéliser l'évolution de l'eau et en déduire sa variation d'entropie et l'entropie créée.

Données : $c = 4{,}18$ J . g^{-1} K^{-1} ; $m = 1$ kg ; $T_1 = 300$ K ; $T_2 = 350$ K ; $T_p = 1\,000$ K .

EXERCICE 2 : Thermodynamique et induction

Un piston adiabatique, de section S et d'épaisseur nulle, peut se déplacer sans frottement dans un compartiment parfaitement isolé thermiquement.



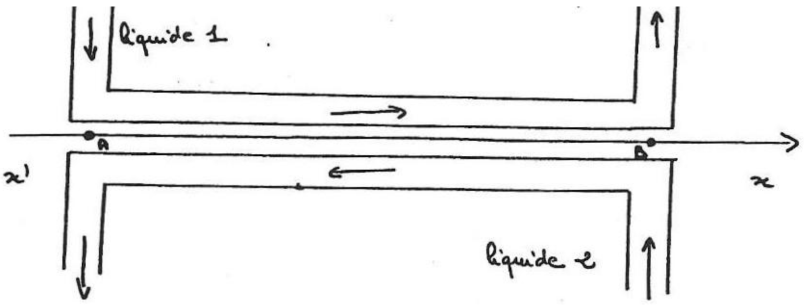
Il est relié, par une tige indéformable, à une barre rigide de résistance négligeable. La barre repose sur 2 rails conducteurs et peut se déplacer sans frottement. L'ensemble {piston, tige, barre} a une masse m. Le circuit, formé par les rails et la barre, est plongé dans un champ magnétique uniforme. On déplace légèrement le piston de x_0 par rapport à la position d'équilibre de départ où tout est au repos.

1. Prédire physiquement le mouvement du piston puis établir l'équation différentielle régissant son mouvement

2. Exprimer la forme de la tension $u(t)$ aux bornes de la résistance fermant le circuit. On ne cherchera pas à exprimer les constantes d'intégration. Donner l'allure de la courbe, après avoir déterminé les grandeurs caractéristiques.

Application numérique. $L_0 = 1$ m ; $S = 100$ cm^2 ; $x_0 = 1$ cm ; l = 10 cm ; B = 0,1 mT ; R = 100 Ω ; $P_0 = 1$ bar ; m = 100 g ; $\gamma = 1{,}4$.

EXERCICE 3 : Echangeur à contre-courant



Deux liquides (1 chaud et 2 froid) s'écoulent à contre-courant dans deux canalisations. On repère un point par son abscisse x, comprise entre 0 (A) et L (B).

Le liquide 1, de capacité thermique massique c_1, circule de A vers B avec un débit massique D_1. Soit $T_1(x)$ sa température à l'abscisse x.

Le liquide 2, de capacité thermique massique c_2, circule de B vers A avec un débit massique D_2. Soit $T_2(x)$ sa température à l'abscisse x.

Le liquide L_2 pénètre en B à la température T_{2b}, inférieure à T_{1a} connue, et ressort en A à la température T_{2a} aussi proche que possible de T_{1a}.

Les échanges thermiques entre les deux canalisations sont supposés obéir à une loi linéaire : la puissance thermique dP_{th} cédée par L_1 à L_2 au niveau d'une tranche de longueur dx est égale à $dP_{th} = G(T_1 - T_2)\,dx$.

1) Ecrire les deux équations différentielles couplées en $T_1(x)$ et $T_2(x)$.

2) Déterminer T_{2a} dans le cas où $D_1c_1 = D_2c_2 = Dc$. On pourra effectuer le changement de variable $\theta = T_1 - T_2$, $\Psi = T_1 + T_2$. On posera $\lambda = Dc/G$.

RESOLUTION DE PROBLEME :

En combien de temps un climatiseur de puissance 300 W fait-il passer la température d'une pièce de capacité calorifique 6,5 10^6 J/K de la température de 27 °C à la température de 20 °C ?