



TD T3 – DEUXIÈME PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE

D.Malka – MPSI 2016-2017 – Lycée Saint-Exupéry

T1 – Calorimétrie et entropie

On considère un bloc de fer de masse $m = 250\text{ g}$ à la température $\theta_{fer} = 90^\circ\text{C}$ que l'on plonge dans un calorimètre de capacité thermique $C = 85\text{ J.K}^{-1}$ rempli d'un volume $V = 200\text{ mL}$ d'eau froide à $\theta_{eau} = 18^\circ\text{C}$. Le calorimètre est supposé parfaitement adiabatique et indéformable. On donne $c_{eau} = 4,18\text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et $C_{Fe} = 3nR$ avec $R = 8,314\text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

1. Calculer la température du système {calorimètre + fer + eau} à l'équilibre.
2. Déterminer l'entropie créée au cours de la transformation.

T2 – Refroidissement infiniment lent

On désire à présent refroidir progressivement un solide, de capacité C , de la température T_0 à la température $T_f < T_0$. Pour réaliser cette transformation, le solide est mis successivement en contact avec N thermostats de températures T_k (Fig.1) en progression arithmétique :

$$T_k = T_0 + k \frac{T_f - T_0}{N} \text{ avec } k \in \mathbb{N}$$

1. Déterminer l'entropie créée S_c^k au cours du $k^{\text{ième}}$ contact thermique, correspondant au passage du solide de la température T_{k-1} à T_k , en fonction de C , T_{k-1} et T_k .
2. On pose $\varepsilon_k = \frac{T_k - T_{k-1}}{T_k}$. Donner une expression approchée de S_c^k dans l'hypothèse $\varepsilon_k \ll 1$ en fonction de T_k , T_{k-1} et C .
Aide : pousser le développement limité en ε_k à l'ordre 2.
3. Exprimer l'entropie créée S_c à l'issue des N contacts en utilisant une somme sur k . Quel résultat obtient-on en faisant tendre N vers l'infini? Commenter.

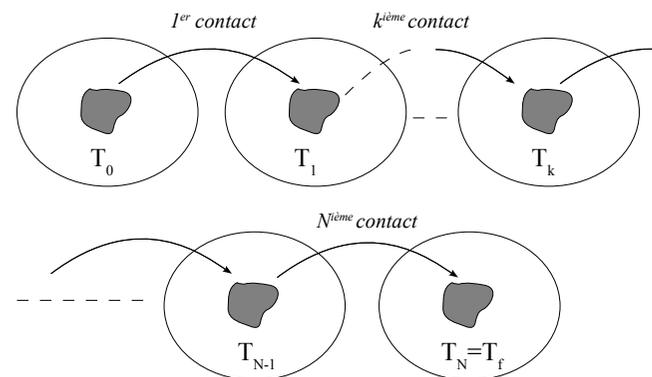


FIGURE 1 – Solide en contact successifs avec les thermostat

T3 – Détente adiabatique de l'ammoniac

On fait subir à l'ammoniac une détente adiabatique de l'état liquide L ($P_2 = 6,2\text{ bar}$, $T_2 = 283\text{ K}$) à l'état diphasé M ($P_1 = 1,9\text{ bar}$, $T_1 = 253\text{ K}$) de titre massique en vapeur $x_M = 0,69$. (voir fig.2).

On donne :

- l'enthalpie de vaporisation $\Delta_{vap}h(T_1) = 1,3.10^3\text{ kJ.kg}^{-1}$.
- la capacité thermique $c = 4,6\text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ de l'ammoniac liquide.

1. Justifier qu'on peut calculer la variation d'enthalpie massique Δh et la variation d'entropie massique Δs de l'ammoniac entre L et M en raisonnant sur la transformation fictive (LAM) plutôt que sur la transformation réelle (LM).

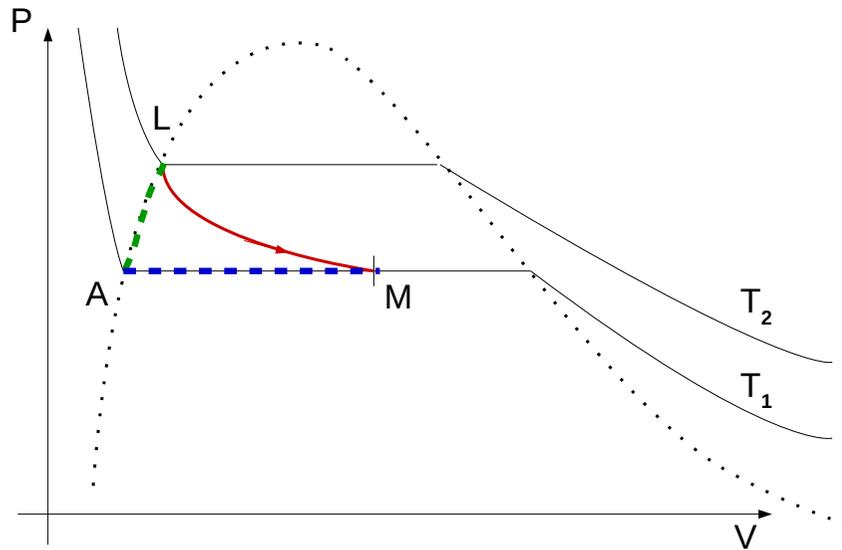


FIGURE 2 – Détente et liquéfaction partielle de l'ammoniac

2. Calculer la variation d'enthalpie massique de l'ammoniac au cours de la transformation.
3. Calculer la variation d'entropie massique de l'ammoniac au cours de la transformation.