

TD N°2 : 2^{ème} principe de la thermodynamique

EX1. Un cylindre non isolé thermiquement et muni d'un piston pouvant coulisser sans frottement, contient 10 moles d'un gaz parfait. Initialement ce gaz est à la température T_0 de 400K et sous une pression P_0 égale à 5bar. L'ensemble cylindre et gaz est mise en contact avec un environnement dont la pression P_e , égale à 1bar, et la température T_e , égale à 300K, sont constantes. On libère le piston afin que le système évolue librement face à son environnement. Calculer la variation d'entropie du système au cours de cette détente. Calculer la production d'entropie. Le résultat obtenu vous paraît-il logique ? *Données : $C_p = 7/2R$*

EX2. Un cylindre, de section 10 cm^2 , isolé thermiquement et fermé par un piston de masse négligeable, contient n moles d'air à la température de 293K. Initialement, son volume est $V_1 = 5\text{L}$ et sa pression est $P_1 = 1\text{bar}$. L'air est assimilé à un gaz diatomique de masse molaire $M = 29\text{g}$.

1. Calculer n , la capacité thermique molaire à volume constant de l'air supposé parfait ainsi que sa capacité thermique massique.
2. On procède de façon infiniment lente en déposant progressivement des masses très faibles de telle sorte que l'on atteigne une valeur totale des masses déposées égale à $m = 10\text{kg}$ en passant par une suite d'états d'équilibre thermodynamique.
 - a. Ecrire le bilan énergétique et en déduire les valeurs de P_2/P_1 et de T_2/T_1 .
 - b. Effectuer le bilan entropique et calculer les différents termes de ce bilan.
3. A partir du même état d'équilibre initial que précédemment, on applique brusquement une force de compression constante en déposant sur le piston une masse $m = 10\text{kg}$. L'air est comprimé sous l'action du piston. Comme le gaz est en fait réel, le piston se stabilise finalement à une certaine hauteur lorsque sa pression atteint une valeur P_3 et sa température une valeur T_3 .
 - a. Ecrire le bilan énergétique et en déduire les valeurs de P_3/P_1 et de T_3/T_1 en admettant que son équation d'état soit celle d'un gaz parfait.
 - b. Etablir le bilan entropique et calculer les différents termes de ce bilan.

EX3. Sur un piston de section 10 cm^2 , de masse négligeable, enfermant 1 mole d'hélium dans un cylindre à parois conductrices de la chaleur, on dépose une masse $m = 10\text{kg}$. Ce gaz parfait, initialement à la pression $P_1 = 1 \text{ bar}$, est comprimé de façon isotherme et irréversible du fait de frottements, à la température de $T = T_{\text{ext}} = 300\text{K}$ constante. Le piston se stabilise à une certaine hauteur lorsque sa pression est P_2 et son volume V_2 .

1. Calculer le rapport des pressions finale et initiale $x = P_2/P_1$.
2. Effectuer le bilan énergétique. En déduire le travail et la chaleur reçus par le gaz en fonction de x et T ; Applications numériques.
3. Effectuer le bilan entropique. Applications numériques.

EX4. On appelle simplement "univers" le système composé du système étudié et de son extérieur, de cette manière l'univers forme un système isolé (aucune interaction avec un autre système). On possède un morceau d'aluminium froid A de masse $m = 100\text{g}$ (système étudié) à la température $T_1 = 10^\circ\text{C}$. On le met en contact thermique avec l'air ambiant B de température $T_2 = 20^\circ\text{C}$ (extérieur du système étudié). On donne pour l'aluminium $C = 896\text{ J/kg.K}$.

1. Calculez la variation d'entropie ΔS_A du morceau d'aluminium.
2. Calculez la variation d'entropie ΔS_B de l'air ambiant.
3. Déduisez-en la variation d'entropie ΔS_{A+B} de "l'univers" (système isolé).
4. Est-ce que la transformation est réversible ?

