On donne la fonction entropie S pour les systèmes suivants :

- une phase condensée : $S(T) = C \ln(T) + cte_1$,
- un gaz parfait : $S(T, V) = C_V \ln(T) + nR \ln(V) + cte_2$.

Exercice 1 : Détente brutale avec échange de chaleur

Une mole de GP monoatomique est enfermée dans un cylindre aux parois diathermanes (permettant les échanges thermiques), muni d'un piston de masse négligeable et coulissant sans frottement. L'ensemble est plongé dans un thermostat à la température T_0 . La pression extérieure est égale à P_0 . Initialement, le gaz occupe un volume V_0 sous la pression $2P_0$ et le piston est bloqué. On libère alors le piston.

1. Quels sont les paramètres d'état du gaz dans l'état d'équilibre thermodynamique final ?
2. Calculer la variation d'entropie ΔS du gaz au cours de l'évolution.
3. Calculer l'entropie échangée $S_{\text{éch}}$ et l'entropie créée $S_{\text{créée}}$.

Exercice 2 : Étude d'un cycle

Un gaz parfait de quantité de matière constante et caractérisé par son coefficient $\gamma = 1,4$ parcourt le cycle constitué des transformations suivantes :

- AB : compression adiabatique réversible ;
- BC : détente isotherme réversible ;
- CA : refroidissement isochore au contact d'un thermostat de température T_A .

Données : $P_A = 1,0 \text{ bar}$; $V_A = 500 \text{ cm}^3$; $T_A = 100 \text{ K}$; $T_B = 300 \text{ K}$.

1. Représenter le cycle $ABCA$ dans un diagramme (P, V) .
2. Calculer P_B , V_B et P_C .
3. Donner au cours de chaque transformation du cycle :
 - les expressions du travail reçu, du transfert thermique reçu et de la variation d'énergie interne du gaz ;
 - la variation d'entropie du gaz ainsi que l'entropie échangée et l'entropie créée.
4. Faire un bilan entropique global (c'est-à-dire lors d'un cycle).

Pour s'entraîner ...

Exercice 3 : Transformation cyclique d'un gaz parfait

Une mole de gaz parfait avec $\gamma = 1,4$ subit le cycle de transformation suivant :

- de A à B une détente isotherme,
- de B à C une compression adiabatique réversible,
- de C à A le retour à l'état initial par une transformation isobare.

Données : $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$; $T_A = 298 \text{ K}$; $V_A = 12,5 \text{ L}$; $V_B = 50,0 \text{ L}$

1. Représenter dans un diagramme de Watt le cycle de transformations subi par le gaz.
2. Calculer les valeurs prises par les variables d'état P , V et T aux trois points en fonction des données.
3. Calculer le travail et le transfert thermique reçus par le gaz au cours de chaque étape du cycle.
4. Faire le bilan énergétique du cycle complet. Le cycle est-il moteur ou récepteur ? Pourrait-on le prévoir graphiquement ?

Exercice 4 : Contact thermique entre deux solides

Deux solides (ou deux liquides ou un solide et un liquide) s_1 et s_2 de capacités thermiques respectives C_1 et C_2 et de températures initiales T_{01} et T_{02} sont mis en contact. Des parois rigides et athermanes isolent ces deux solides de l'extérieur.

1. Déterminer l'expression de la température finale T_f du système Σ constitué par la réunion des deux solides.
2. Pour simplifier, on suppose que $C_1=C_2=C$. Exprimer la variation d'entropie ΔS_Σ du système global ainsi que l'entropie créée S_C au cours de la transformation. Commenter.

Pour aller plus loin ...

Exercice 5 : Transformation brutale adiabatique d'un système gazeux

Un récipient, muni d'un piston mobile de masse négligeable pouvant se déplacer sans frottement, contient un gaz parfait occupant initialement un volume $V_1=10,0 L$ à la température $T_1=373 K$. Les parois du récipient ainsi que le piston sont calorifugés. La pression qui s'exerce sur le piston vaut initialement $P_1=1,00 \cdot 10^6 Pa$. On donne $R=8,31 J.K^{-1}.mol^{-1}$.

1. Calculer la quantité de matière n de gaz contenu dans le récipient.
2. La contrainte qui maintient initialement le piston est supprimée de sorte que la pression extérieure tombe brutalement à la valeur $P_2=1,00 \cdot 10^5 Pa$ correspondant à la pression atmosphérique. Le gaz évolue vers un nouvel état d'équilibre caractérisé par les valeurs respectives de T_2 et V_2 de la température et du volume.
 - a) Calculer T_2 et V_2 pour une capacité thermique molaire à volume constant $C_V=\frac{5}{2}nR$.
 - b) Calculer la variation d'entropie ΔS du gaz.
 - c) Calculer l'entropie créée S_C au cours de la transformation. La transformation est-elle réversible ?