

Données:  $R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

### Exercice n°1

Deux solides  $S_1$  et  $S_2$ , de capacités thermiques respectives  $C_1$  et  $C_2$ , sont initialement aux températures uniformes respectives  $T_1$  et  $T_2$ . Ils sont mis en contact dans un calorimètre de capacité thermique négligeable par rapport à celles des solides.

1. Déterminer la température d'équilibre  $T_f$  du système constitué par le calorimètre et les deux solides.
2. Exprimer la variation d'entropie  $\Delta S$  de ce même système.
3. Déterminer le signe de  $\Delta S$  dans le cas particulier où  $C_1 = C_2 = C$ .

### Exercice n°2

Une mole d'hélium, assimilé à un gaz parfait, est contenue dans un récipient indilatable aux parois diathermanes (qui laissent passer la chaleur), à la température initiale  $T_0 = 300\text{K}$ . Le récipient est alors plongé dans un thermostat de température  $T_1 = 273\text{K}$ .

Déterminer puis calculer la variation d'entropie  $\Delta S$  du gaz entre l'état initial et l'état d'équilibre thermodynamique final, ainsi que l'entropie échangée  $S_e$  et l'entropie créée  $S_c$ .

### Exercice n°3

Une mole de gaz parfait est placée dans un cylindre vertical de section  $S$  et de grande hauteur, fermé par un piston mobile sans frottement. Le cylindre aux parois diathermes (qui laisse passer la chaleur) est plongé dans un thermostat de température uniforme et constante  $T_0$ . A l'instant initial, le gaz est en équilibre thermodynamique avec le milieu extérieur, sa pression est notée  $P_0$ . On ajoute très progressivement des masselottes sur le piston, jusqu'à ce que la masse finale déposée soit égale à  $M$ . On fait alors l'hypothèse que la transformation subie par le gaz est isotherme.

1. Déterminer la pression  $P_1$  du gaz dans son état d'équilibre final.
2. Exprimer la variation d'énergie interne, le travail  $W$  et le flux thermique  $Q$  lors de cette transformation, en fonction de  $T_0$ ,  $P_0$  et  $P_1$ .
3. Exprimer la variation d'entropie du gaz, l'entropie échangée puis l'entropie créée lors de cette transformation. Commenter. Est-ce conforme à la réversibilité ?
4. A partir du même état initial, l'intégralité de la masse  $M$  est ajoutée brutalement ; la pression extérieure exercée sur le piston est supposée suivre une fonction échelon ( $P_0$  avant  $t = 0$ , et  $P_1$  après), puis la température s'équilibre avec l'extérieur. Exprimer la variation d'énergie interne, le travail  $W$  et le flux thermique  $Q$  lors de cette transformation, en fonction de  $T_0$ ,  $P_0$  et  $P_1$ .
5. Exprimer la variation d'entropie du gaz, l'entropie échangée puis l'entropie créée lors de cette transformation. Tracer la courbe de ces fonctions. Commenter.

### Exercice n°4

Une masse  $m = 1\text{ kg}$  d'eau, à la température initiale  $\theta_0 = 20^\circ\text{C}$  est mise en contact avec un thermostat à la température  $\theta_f = 80^\circ\text{C}$ .

Donnée : la capacité thermique de l'eau :  $c_0 = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

1. Calculer l'entropie créée  $S_c$  pour l'eau lors de son réchauffage.
2. On recommence l'expérience en utilisant un thermostat intermédiaire à la température  $\theta_1 = 50^\circ\text{C}$ . Calculer à nouveau l'entropie  $S_c$  pour l'eau.
3. Est-il possible de réchauffer réversiblement de l'eau ? Si oui, comment faut-il s'y prendre ?

### Exercice n°5

Un GP de coefficient  $\gamma = 1,4$  est initialement dans les conditions  $P_0 = 1\text{ bar}$ ,  $V_0 = 1\text{ L}$ , et  $\theta_0 = 20^\circ\text{C}$ . On réalise une transformation qui amène ce gaz à la température  $\theta_1 = 50^\circ\text{C}$  et le laisse au volume  $V_1 = V_0 = 1\text{ L}$ .

1. Exprimer puis calculer la variation d'entropie  $\Delta S$  de ce gaz au cours de la transformation.
2. Sachant que la transformation est isochore et qu'elle a lieu par mise en contact avec un thermostat à la température  $\theta_1 = 50^\circ\text{C}$ , calculer l'entropie échangée  $S_e$  et l'entropie créée  $S_c$ .

### Exercice n°6 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:  $P_A = 1,0 \text{ bar}$  ;  $V_A = 500 \text{ cm}^3$  ;  $T_A = 100 \text{ K}$  ;  $T_B = 300 \text{ K}$ .

*Rappels utiles:*

Entropie :

- $\Delta S = nC_V \ln \frac{T_f}{T_i}$  (si  $V$  constant),
- $\Delta S = nC_P \ln \frac{T_f}{T_i}$  (si  $P$  constant),
- ou  $\Delta S = nR \ln \frac{V_f}{V_i}$  pour isotherme.

Entropie échangée :  $\Delta S_{\text{éch}} = \frac{Q_{\text{réversible}}}{T}$

Entropie créée :  $\Delta S_c = \Delta S - \Delta S_{\text{éch}}$

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 échangé,
  - du transfert thermique échangé,
  - de la variation d'énergie interne du gaz,
  - de 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).

