

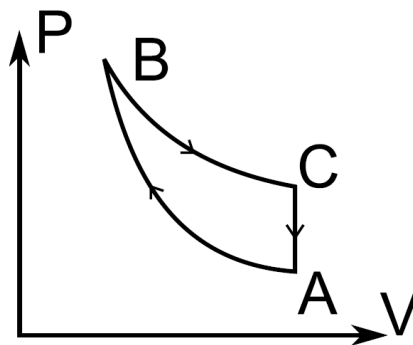
TD TH3 - Second principe, bilan d'entropie.

Table des matières

1	Transformation cyclique d'un gaz parfait	1
2	Contact thermique entre deux solides	2
3	Détentes d'un gaz parfait	2
4	Mise en contact d'un gaz avec un thermostat	2
5	Compression brutale d'un gaz parfait	3
6	Bilan entropique dans un calorimètre	3

1 Transformation cyclique d'un gaz parfait

Une masse constante de gaz parfait de coefficient de LAPLACE $\gamma = 1,4$ parcourt le cycle représenté ci-dessous. Le gaz initialement dans l'état A caractérisé par une pression $P_A = 1,00$ bar, une température $T_A = 144,4$ K et un volume $V_A = 414$ cm³ subit une évolution isentropique qui l'amène à la température $T_B = 278,8$ K.



1.1. Calculer la pression P_B et le volume V_B dans l'état B.

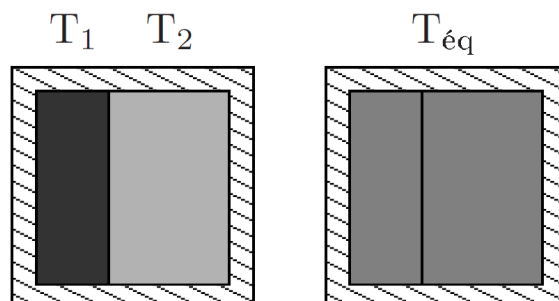
1.2. Le gaz est mis en contact avec une source à la température T_B et subit une détente isotherme réversible qui ramène son volume à sa valeur initiale V_A . Calculer la pression à l'état C.

1.3. Calculer la variation d'entropie ΔS_{BC} au cours de la transformation $B \rightarrow C$.

1.4. Le gaz dans l'état C est alors mis en contact avec une source à la température T_A tandis que son volume est maintenu constant. Calculer la variation d'entropie ΔS_{CA} et l'entropie créée S_c au cours de la transformation $C \rightarrow A$. Exprimer S_c en fonction de $x = \frac{T_C}{T_A}$ et commenter le résultat obtenu.

2 Contact thermique entre deux solides

Deux solides $\mathcal{S}_1$ et $\mathcal{S}_2$, 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 aux capacités thermiques des solides.



2.1. Déterminer la température d'équilibre T_{eq} du système constitué par le calorimètre et les deux solides.

2.2. Exprimer la variation d'entropie ΔS de ce système.

2.3. Dans le cas particulier où $C_1 = C_2 = C$, exprimer ΔS en fonction de $x = \frac{T_2}{T_1}$ et déterminer son signe. Commenter le résultat obtenu.

3 Détentes d'un gaz parfait

Une mole de gaz parfait est contenue dans un cylindre thermostaté à la température $T_0 = 300$ K. On envisage la détente de ce gaz, du volume V_1 au volume $V_2 = 2V_1$, par trois procédés différents :

- méthode 1 : on déplace de manière lente et progressive le piston qui clos le cylindre ;
- méthode 2 : on réduit brusquement la pression sur le piston ;
- méthode 3 : le cylindre est divisé en deux compartiments de même volume V_1 par une membrane. L'un des compartiments contient le gaz. l'autre est vide. On crève la membrane.

3.1. Calculer pour chacun des trois procédés la variation d'entropie ΔS du gaz, l'entropie échangée S_e et l'entropie créée S_c .

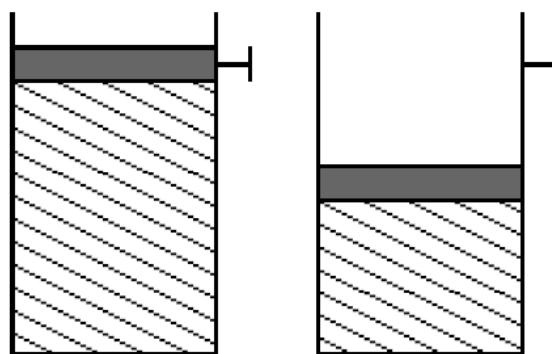
4 Mise en contact d'un gaz avec un thermostat

Une mole d'hélium, assimilé à un gaz parfait, est contenue dans un récipient indilatable aux parois diathermanes, à la température initiale $T_0 = 300$ K. Le récipient est alors plongé dans un thermostat de température $T_1 = 273$ K.

4.1. Déterminer la variation d'entropie ΔS 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 .

5 Compression brutale d'un gaz parfait

Un cylindre vertical dont les parois sont diathermanes est clos par un piston de masse M et de section S , également diathermane. L'ensemble est thermostaté à la température T_0 . On note P_0 la pression atmosphérique, supposée constante. Le cylindre renferme n moles d'un gaz parfait diatomique, initialement dans l'état (P_0, V_0, T_0) , le piston étant bloqué. On libère le piston, et on attend que l'équilibre thermodynamique se réinstaure. Les paramètres d'état finaux du gaz sont alors notés (P_1, V_1, T_1) .



On définit le paramètre sans dimension x par la relation $xP_0 = \frac{Mg}{S}$ où g est l'intensité du champ de pesanteur.

Données : $n = 0,5$ mol, $T_0 = 290$ K, $P_0 = 1$ bar, $x = 0,5$.

5.1. Déterminer puis calculer les paramètres d'état finaux (P_1, V_1, T_1) .

5.2. Exprimer puis calculer le travail mécanique W et le transfert thermique Q échangés par le gaz entre l'état initial et l'état final.

5.3. Exprimer puis calculer la variation d'entropie ΔS du gaz au cours de la transformation, ainsi que l'entropie échangée S_e et l'entropie créée S_c .

6 Bilan entropique dans un calorimètre

Dans un calorimètre de capacité thermique négligeable, on mélange $m_1 = 1$ kg d'eau à $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ et $m_2 = 0,4$ kg d'eau à $\theta_2 = 90^\circ\text{C}$. Le calorimètre est parfaitement calorifugé.

Donnée : $c_e = 4,18$ kJ.kg⁻¹.K⁻¹ capacité thermique de l'eau liquide (supposée constante).

6.1. Calculer la température d'équilibre θ_f dans le calorimètre.

6.2. Calculer l'entropie créée S_c pour le contenu du calorimètre au cours de la transformation. Interpréter son signe.