

TD TH3 Second principe

<u>Système</u> {n moles de gaz parfait}	$\Delta S = C_v \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) + nR \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$	$\Delta S = C_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - nR \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$
---	---	---

On suppose C_v et C_p constants sur l'intervalle de température, donc γ aussi.

$R = 8,314 \text{ J.K.mol}^{-1}$. $0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$. $1\text{bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

Exercice n°1 : Transformations d'un gaz parfait

Un gramme d'air à $T_1 = -50^\circ\text{C}$ considéré comme un gaz parfait pris sous la pression $P_1 = 1 \text{ bar}$ subit les transformations suivantes : On donne $\gamma = \frac{7}{5}$

- A₁A₂ : l'air admis subit un chauffage isochore de l'état $A_1 (P_1, V_1, T_1)$ à l'état $A_2 (P_2 = 2P_1)$.

- A₂A₃ : détente adiabatique réversible de l'état A_2 à l'état $A_3 (T_3 = T_1)$.

- A₃A₁ : compression isotherme réversible jusqu'à l'état A_1 .

On donne la masse molaire de l'air $M_{\text{air}} = 29 \text{ g.mol}^{-1}$.

1) Exprimer T_2 en fonction de T_1 , P_3 en fonction de P_1 et V_3 en fonction de V_1 .

2) Calculer P , V , T dans les différents états. Donner l'allure du cycle $P(V)$.

3) Calculer le travail relatif à la détente adiabatique. Calculer W_{cycle} .

4) Calculer les variations d'entropie correspondantes.

Exercice n°2 : Variation d'entropie d'un kilogramme d'eau.

Donnée : Capacité massique thermique de l'eau $c = 4180 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$.

1) Une masse d'un kilogramme d'eau liquide à $T_0 = 274\text{K}$ est mise en contact avec un thermostat idéal à la température $T_1 = 372\text{K}$. Déterminer, lorsque l'eau a atteint T_1 , les variations d'entropie de l'eau, du thermostat et du système complet {eau+thermostat} supposé isolé (système qu'on appelle « univers »).

2) Si la masse d'eau est mise en contact d'abord avec un thermostat à $T_2 = 323\text{K}$, puis avec celui à T_1 , déterminer la variation d'entropie de l'univers.

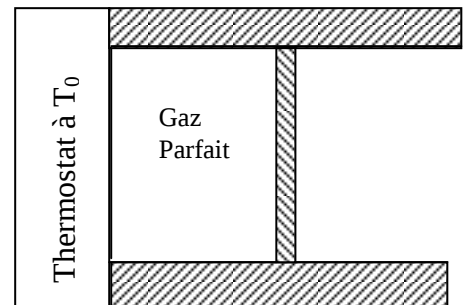
Exercice n°3 : Détente d'un gaz en contact avec un thermostat

On envisage la détente de n moles de gaz parfait enfermé dans un cylindre calorifugé, muni d'un piston mobile coulissant sans frottements, en contact avec un thermostat à la température T_0 .

A l'état initial, le gaz est à P_1, V_1, T_0 .

A l'état final, le gaz est à P_2, V_2, T_0 .

On veut déterminer la variation d'entropie du gaz, l'entropie échangée et l'entropie créée dans les deux cas suivants :



1.) On suppose la détente quasistatique. Un dispositif non représenté permet un déplacement très lent du piston.

2.) On suppose la détente brutale. P_{ext} est constante, égale à P_2 . Une cale bloque initialement le piston, est enlevée à l'instant initial, puis on attend l'équilibre mécanique.

Exercice n°4 : Entropie de changement d'état (suite de l'exo 4 TD TH2).

Dans un calorimètre de valeur en eau $\mu = 20 \text{ g}$, on dispose une quantité d'eau liquide de masse $m_1 = 200\text{g}$ à la température ambiante $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$. Puis on ajoute une quantité d'eau solide de masse $m_2 = 10 \text{ g}$ à la température $\theta_2 = -5^\circ\text{C}$. Lorsque l'équilibre thermique est réalisé, on repère la valeur de la température finale $\theta_F = 20,4^\circ\text{C}$. On donne la chaleur massique de l'eau liquide $c_l = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ et celle de l'eau solide $c_s = 2,1 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

On donne la chaleur latente de fusion de la glace $\ell_f = 334 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

Déterminer les variations d'entropie de chaque masse d'eau et celle du calorimètre, puis calculer la variation d'entropie du système complet et commenter son signe.

Exercice n°5 : Détente d'un gaz parfait, de type joule Gay-Lussac.

Une masse $m = 56 \text{ g}$ de diazote N_2 de masse molaire $M = 28 \text{ g.mol}^{-1}$ (gaz diatomique supposé parfait) subit une détente irréversible isotherme dans le vide, de $P_1 = 2 P_0$ à $P_2 = P_0$. Déterminer ΔS de deux manières :

- 1.) en imaginant une transformation isotherme réversible.
- 2.) en imaginant une transformation adiabatique réversible jusqu'à P_0 , suivie d'un échauffement isobare réversible.

Exercice n°6 : N transformations réversibles successives.

On comprime une mole de gaz monoatomique supposé parfait ($\gamma = \frac{5}{3}$) de la pression $P_0 = 1 \text{ bar}$ à $P_1 = 10 \text{ bar}$ de façon réversible, à la température $T_0 = 450 \text{ K}$ supposée constante. Puis on détend le gaz adiabatiquement de façon réversible jusqu'à la pression P_0 . On recommence N fois l'opération. Calculer :

- 1.) la variation d'entropie ΔS_1 au cours d'une opération, et la variation d'entropie ΔS_N pour N opérations successives. A.N. $N = 5$. $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.
- 2.) la température finale T_N atteinte et la variation d'énergie interne ΔU_N après N opérations. A.N. $N = 5$.