TD TH3 Second principe

Système {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 J.K.mol^{-1}. 0°C= 273,15 K. 1bar =10^5 Pa.

Exercice n°1 : Transformations d'un gaz parfait

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

- A_1A_2 : 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= $2P_1$).
- A_2A_3 : détente adiabatique réversible de l'état A_2 à l'état A_3 (T_3=T1).
- A_3A_1 : compression isotherme réversible jusqu'à l'état A_1.

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

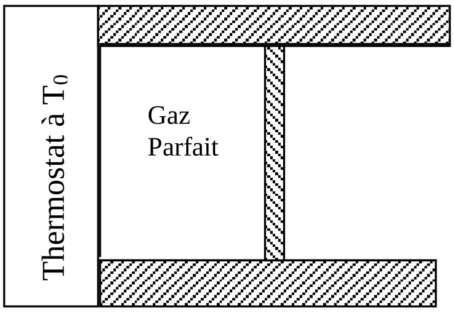
1) Exprimer T_2 en fonction de T_1, P_3 en fonction de P_1 et V_3 en fonction de V_1.
2) Calculer P, V, T dans les différents états. Donner l'allure du cycle P(V).
3) Calculer le travail relatif à la détente adiabatique. Calculer Wcycle.
4) Calculer les variations d'entropie correspondantes.

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

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

1) Une masse d'un kilogramme d'eau liquide à T_0=274K est mise en contact avec un thermostat idéal à la température T_1=372K. Quelles sont, lorsque l'eau a atteint T_1, les variations d'entropie de l'eau, du thermostat et de l'univers (c'est-à-dire le système complet).
2) Si la masse d'eau est mise en contact d'abord avec un thermostat à T_2=323K, puis avec celui à T_1, quelle est 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 μ = 20 g, on dispose une quantité d'eau liquide de masse m_1 = 200g à la température ambiante θ_1 = 25°C. Puis on ajoute une quantité d'eau solide de masse m_2 = 10 g à la température θ_2 = -5°C. Lorsque l'équilibre thermique est réalisé, on repère la valeur de la température finale θ_F = 20,4°C. On donne la chaleur massique de l'eau liquide c_ℓ = 4,18 J.g^{-1}.K^{-1} et celle de l'eau solide c_s = 2,1 J.g^{-1}.K^{-1}.
On donne la chaleur latente de fusion de la glace ℓ_f= 334 kJ.kg^{-1}.

Calculer les variations d'entropie de chaque masse d'eau et celle du calorimètre. Commenter leur signe.

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

Une masse m = 56 g de diazote N_2 de masse molaire M = 28g.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 bar à P_1 =10 bar de façon réversible, à la température T_0 = 450 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 J.K^{-1}.mol^{-1}.

2.) la température finale T_N atteinte et la variation d'énergie interne ΔU_N après N opérations. A.N. N = 5.