

EXERCICES DU CHAPITRE 20

Plan (Cliquer sur le titre pour accéder au paragraphe)

EXERCICES DU CHAPITRE 20.....	1
20.I. Variation d'entropie d'un ensemble système- thermostat thermiquement isolé.....	1
20.II. Détentes de Joule - Gay-Lussac et Joule Thomson	1
20.III. Compression monobare	1
20.IV. Gaz parfait de capacité thermique non constante.....	Erreur ! Signet non défini.
20.V. Détentes d'un gaz réel	2

20.I. Variation d'entropie d'un ensemble système- thermostat thermiquement isolé

On met en contact thermique un système de capacité calorifique C, constante, initialement à la température T_0 avec un thermostat de température T_s . L'ensemble est thermiquement isolé. Calculer :

La variation d'entropie du système.

La variation d'entropie du thermostat.

La variation de l'entropie de l'ensemble, vérifier le deuxième principe.

$$\text{Rep : } \Delta S_{\text{sys}} = C \ln\left(\frac{T_s}{T_0}\right) \Delta S_{\text{source}} = \frac{C(T_0 - T_s)}{T_s}$$

20.II. Détentes de Joule - Gay-Lussac et Joule Thomson

Calculer la variation d'entropie d'une mole de gaz parfait de capacité thermique constante au cours de chacune de ces détente. Conclure.

$$\text{Rép : } \Delta S_{\text{gayluss}} = nR \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) \Delta S_{\text{Joule Thomson}} = -nR \ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right)$$

20.III. Compression monobare

Un cylindre muni d'un piston de masse négligeable contient un gaz parfait à la température initiale T_0 , égale à la température extérieure, sous la pression P_0 , dans un volume V_0 . A l'aide d'un ergot on rend le volume invariant et on impose à l'extérieur la pression P_1 .

On provoque la compression brutale du gaz en enlevant l'ergot : le gaz subit alors une compression. Sachant que le piston et le cylindre sont parfaitement adiabatiques, calculer

1) La température finale

2) La variation d'énergie interne et d'entropie. On considérera que γ est indépendant de la température.

3). En réalité, dans un premier temps, il se produit une relaxation monobare que l'on peut considérer comme adiabatique, suivie dans un deuxième temps d'un refroidissement monotherme au contact du thermostat extérieur. Calculer l'entropie échangée avec le thermostat extérieur, ainsi que l'entropie créée.

$$\text{Rep : } T_1 = \frac{T_0}{\gamma} \left(1 + \frac{P_1}{P_0} (\gamma - 1)\right) \Delta U = -nRT_1 + \frac{P_1}{P_0} nRT_0 \quad \Delta S = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} \ln\left(\frac{1}{\gamma} \left(1 + \frac{P_1}{P_0} (\gamma - 1)\right)\right) + nR \ln\left(\frac{P_0}{P_1}\right)$$

20.IV. Détentes d'un gaz réel

Dans le domaine de pression et de températures considérées, une mole d'un gaz monoatomique est décrit par la fonction caractéristique :

$$S(U, V) = S_0 + \frac{3R}{2} \ln\left(\frac{U}{U_0}\right) + R \ln\left[\frac{(V-b)}{(V_0-b)}\right]$$

où S_0 , U_0 et V_0 désignent respectivement l'entropie, l'énergie interne et le volume dans un état de référence, et où $b = 2.10^{-5} \text{ m}^3$ et $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- 1) Une mole de ce gaz est initialement en équilibre dans un cylindre parfaitement calorifugé de volume $V_1 = 10b$, à la température $T_1 = 300\text{K}$. On réalise une détente réversible faisant passer le volume du cylindre à $V_F = 20b$. Déterminer la pression initiale, la température finale, la pression finale et le travail reçu par le gaz.
- 2) On réalise une détente de Joule - Gay-Lussac d'une mole de ce gaz : initialement le gaz occupe un volume $V_1 = 10b$ et sa température vaut $T_1 = 300\text{K}$; dans l'état d'équilibre final le gaz occupe un volume $V_F = 20b$. déterminer la température finale, la pression finale et l'entropie créée ; commenter.

Rép : 1) $P_1 = 138.56.10^5 \text{ Pa}$, $T_F = 182,3\text{K}$ 2) $P_F = 65.64.10^5 \text{ Pa}$, $T_F = T_1$, $\Delta S = R \ln 19/9$