Université de M'sila
Département des sciences de la matière
Dr. F. TAHROUR

TD N°3 : Fonctions thermodynamiques

Exercice 1 :

- Montrer que pour un gaz parfait :

$$\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_V = -1$$

- En déduire une relation entre les coefficients thermoélastiques α, β et χ_T définis par :

$$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P, \beta = \frac{1}{P}\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \text{ et } \chi_T = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

- Donner les unités de ces coefficients et déterminer leurs expressions pour le gaz parfait.

Un gaz de Van der Waals caractérisé par les constantes a et b est un gaz réel dont l'équation d'état de ce gaz est :

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

- Donner les unités des constantes a et b.
- Déterminer le coefficient β d'un tel gaz et le comparer à celui d'un gaz parfait.

Exercice 2 :

Le tube d'un thermomètre est totalement rempli de mercure. On négligera la dilatattion du verre et les variations envisagées seront considérées comme des petites variations.

1) Quelle est la surpressin subie par l'enveloppe de verre lorsque la température augmente de 1°C ?

2) En supposant que l'envellope de verre peut supporter une surpression de 10 bars, quelle augmentation de température peut-elle supporter sans rupture ?

Données :

- Les différentes dérivées partielles sont liées par :

$$\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_P \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = -1$$

- Coefficient thermoélastiques du mercure : $\alpha = 1{,}8 \times 10^{-4} K^{-1}$; $\chi_T = 3{,}9 \times 10^{-11} Pa^{-1}$

Exercice 3 :

Exprimer les coefficients thermoélastiques α et χ_T pour une mole de gaz réel suivant l'équation de Van der Walls : $\left(P+\frac{a}{V^2}\right).\left(V-b\right)=R.T$

Exercice 4 :

L'énergie libre pour un gaz parfait monoatomique est donnée par l'expression suivante :

$$F\left(V,T\right)=\frac{3}{2}nR\left[\left(T-T_0\right)-T\,ln\frac{T}{T_0}-\frac{2}{3}T\,ln\frac{V}{V_0}\right]+U_0-TS_0$$

Retrouver, à partir de F(V, T) l'équation d'état du gaz parfait ainsi que l'expression des fonctions d'entropie S(T,V) et d'énergie interne U(T).