

FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DE CHIMIE

DEVOIR N° 1
CPH 505 – DU MICRO AU MACRO
CPH 719 – THERMODYNAMIQUE STATISTIQUE

Professeur: Armand Soldera

Remis le: Mardi 20 janvier 2015

À rendre le: Mardi 4 février 2015

QUESTION 1

(10 points)

L'énergie interne U d'un système thermodynamique à une composante, s'écrit en fonction de l'entropie S , du volume V , et du nombre de particules N , sous la forme suivante :

$$U(S, V, N) = aS^{4/3}V^\alpha$$

où a et α sont des constantes.

- 1) Quel est le potentiel chimique de ce système?
- 2) Quelle est la valeur de α ? (indication : U est une variable extensive)
- 3) La pression P de système obéit à une relation du type $P = \beta U/V$, où β est une constante. Quelle est la valeur de β ?
- 4) Si l'entropie du système est gardée constante, la pression et le volume sont reliés par la relation suivante : $PV^\gamma = \text{constante}$. Que vaut γ ?

QUESTION 2

(10 points)

On suppose que la tension τ d'une barre, de longueur au repos L_0 , est reliée à sa longueur L par la relation suivante :

$$\tau = aT^2(L - L_0)$$

où L_0 et a ne dépendent pas de la température absolue T . On définit la chaleur spécifique à longueur constante de la barre par :

$$C_L = T \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_L$$

où S représente l'entropie de la barre. Lorsque la barre est au repos, on connaît l'évolution de C_L en fonction de la température :

$$C_L(L_0, T) = bT$$

où b est une constante.

Questions

- a) Écrivez l'expression des différentielles de l'énergie interne, dU , et de l'entropie, dS , de la barre en considérant les variables T et L .
- b) Calculez pour une longueur L quelconque la chaleur spécifique $C_L(L, T)$ de la barre.

Indication : $f(x, y) = f(x_0, y) + \int_{x_0}^x \frac{\partial f(x', y)}{\partial x'} \Big|_y dx'$

- c) Soit T_0 la température de la barre lorsque sa longueur est L_0 . Calculez alors l'entropie $S(L, T)$ de la barre en fonction de $S(L_0, T_0)$.

Indication : un seul des 2 chemins permet d'obtenir le résultat du fait des conditions initiales.

- d) La barre est dans un état initial caractérisé par une longueur L_i et une température T_i . On exerce une force extérieure sur la barre qui amène de façon adiabatique et réversible sa longueur à une valeur finale $L_f > L_i$. Donnez l'expression de la température finale T_f et vérifiez que l'allongement s'accompagne d'un refroidissement de la barre.
- e) Calculez la chaleur spécifique à tension constante $C_\tau(L, T)$. Quel est le comportement de la barre lorsqu'on la chauffe en maintenant la tension constante?

Indication : que vaut $\left(\frac{\partial L}{\partial T}\right)_\tau$?