Thermodynamique 12 Mai 2010
Série 5

Problem 1

a) Montrer que la grandeur $T\,\mathrm{d}S$ peut s'écrire des trois façons suivantes si le nombre de particules est constant,

$$\begin{aligned} T\,\mathrm{d}S &= C_V\,\mathrm{d}T + \frac{T\alpha}{\kappa_T}\,\mathrm{d}V, \\ T\,\mathrm{d}S &= C_p\,\mathrm{d}T - TV\alpha\,\mathrm{d}p, \\ T\,\mathrm{d}S &= \frac{C_V\kappa_T}{\alpha}\,\mathrm{d}p + \frac{C_p}{\alpha V}\,\mathrm{d}V. \end{aligned}$$

b) Dériver l'équation (128) des notes de cours,

$$\kappa_T - \kappa_S = \frac{TV\alpha^2}{C_p}.$$

Problem 2

Pour décrire un système paramagnétique dans le cadre de la thermodynamique, il faut ajouter à l'énergie interne U un terme qui tient compte de l'interaction du moment magnétique total du système $\vec{I}$ avec le champ magnétique externe $\vec{B}$. Ce terme est donné par (voir cours d'électromagnétisme de base) $\vec{B}\cdot\vec{I} = BI$ (on considère le cas $\vec{B}||\vec{I}$). On remarque que B et I sont des variables conjuguées (comme p et V ou μ et N), avec B la variable intensive et I la variable extensive. On obtient donc $U = U(S, I, N, V)$ et l'équation d'Euler s'écrit

$$U = TS - pV + BI + \mu N.$$

On considère l'équation d'état (aucune dépendance de V)

$$U(S, I, N) = NkT_0 \exp\left(\frac{S}{Nk} + \frac{I^2}{N^2 I_0^2}\right).$$

a) Calculer les équations d'état $T(S, I, N)$, $B(S, I, N)$, $\mu(S, I, N)$.
b) Montrer que l'équation d'Euler est satisfaite avec ces équations d'état.
c) Calculer la susceptibilité magnétique

$$\chi \equiv \frac{\mu_0}{N}\left(\frac{\partial I}{\partial B}\right)_{T,N}.$$

Problem 3

Un récipient contient de l'eau à une temperature de 0°C et à une pression p_0. On augmente la pression de façon isotherme et réversible jusqu'à p_1. Calculer l'augmentation de la chaleur, le travail à fournir et la différence d'energie interne. Indication :

$$\frac{1}{\kappa_T} = \frac{1}{\kappa_0} + cp, \quad \alpha = -68\cdot 10^{-6}\,\mathrm{K}^{-1}, \quad \kappa_0 = 5.1\cdot 10^{-10}\,\mathrm{Pa}^{-1},$$
$$c = 6.7, \quad V_0 = 1\,\mathrm{m}^3, \quad p_0 = 10^5\,\mathrm{Pa}, \quad p_1 = 2p_0.$$