

**UNIVERSITE PAUL SABATIER**

**Licence STS, Mention Physique**

**Parcours Sciences Physiques et Chimiques- L3**

**Année Universitaire 2011-2012**

**Thermodynamique Statistique**

**Partiel Mars 2012 (durée 1 h 30)**

**I.-. Question de cours**

1. Définition de l'ensemble canonique.
2. Définition de la fonction de partition  $Z$  des micro-états ( $\Omega$ ) d'un système en situation canonique.
3. Définition de la probabilité  $P_i$  de trouver un système dans le micro-état ( $\Omega$ ) d'énergie  $E_i$ .
4. Définition de la valeur moyenne de l'énergie  $\langle E \rangle$  (pour  $E$  variable interne discrète et  $E$  variable interne continue)
5. Donner l'expression de l'entropie statistique  $S_i(P_i)$  associée à la distribution des probabilités  $\{P_i\}$  des micro-états ( $\Omega$ ). En déduire l'expression de l'entropie canonique  $S^c$  en fonction de  $\langle E \rangle$ ,  $T$  et  $Z$ .

**II. Micro-états excités dans un cristal en situation microcanonique**

On considère un modèle très simplifié d'un cristal assimilé à un système isolé, dont les atomes, placés aux nœuds d'un réseau régulier, peuvent être soit dans leur état fondamental, soit dans un état excité. Le cristal possède  $N$  ( $N \gg 1$ ) atomes au total. On appelle  $n$  ( $n \gg 1$ ) le nombre d'atomes excités,  $\varepsilon_0$  l'énergie d'un atome dans l'état fondamental et  $(\varepsilon_0 + \varepsilon^*)$  l'énergie d'un atome dans l'état excité (avec  $\varepsilon^* > 0$ ). L'énergie totale  $E$  et le nombre total d'atomes  $N$  du cristal en situation microcanonique sont constants.

1. Etablir simplement l'expression de l'énergie totale  $E$  du cristal en situation microcanonique.
2. Déterminer le nombre de micro-états  $\Omega(N, n)$  accessibles au cristal lorsque  $n$  atomes du cristal sont dans l'état excité.
3. Montrer que l'entropie micro-canonique  $S^*(N, n)$  du cristal s'écrit alors:

$$S^*(N, n) \approx k_B [ N \ln N - n \ln n - (N - n) \ln(N - n) ]$$

4. Déterminer la température microcanonique  $T^*$  du cristal.

5. En pratique, on connaît la température  $T=T^*$  du cristal, déterminer alors le nombre d'atomes  $n$  du cristal dans l'état excité à la température  $T$ .
6. Que vaut  $n$  à la température du zéro absolu ( $T=0$  K) ? Commentez.
7. Que vaut  $n$  à basse température ( $T \ll \varepsilon^*/k_B$ ) ? Commentez.
8. Que devient  $n$  à haute température ( $T \gg \varepsilon^*/k_B$ ) ? Commentez.

On rappelle que  $\ln N \approx N \ln N - N$  pour  $N \gg 1$  et  $\ln n \approx n \ln n - n$  pour  $n \gg 1$