

FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

ÉPREUVE DE RATTRAPAGE

UNITÉ : PHYSIQUE STATISTIQUE

DURÉE : 01 HEURE 30 MINUTES.

**EXERCICE 01: (10 points)**

Un cristal ionique est constitué de deux types d'atomes différents :  $N$  atomes de type  $A$  et  $N$  atomes de type  $B$ . Dans ces  $2N$  atomes se répartissent  $N$  électrons de spin haut, comme le montre la figure 1. Quand les électrons se situent sur un atome de type  $A$ , leur énergie est nulle ( $0$ ). Quand les électrons se situent sur un atome de type  $B$ , ils ont une énergie  $\epsilon$ .

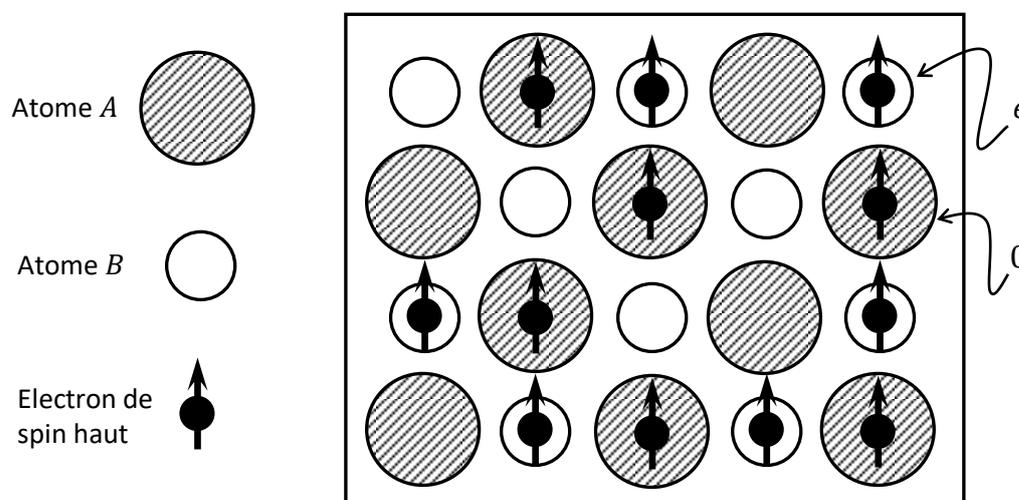


Figure 1.

1. On note  $n$  le nombre d'électrons situés sur des atomes de type  $B$ . trouver une relation entre l'énergie  $E$  du système et  $n$ .
2. Calculer le nombre d'états possibles du système  $\Omega(n)$  pour un nombre  $n$  fixé. Il faut pour cela calculer le nombre de façons de placer  $n$  électrons sur les sites de type  $B$  **et calculer** le nombre de façon de placer les électrons restants sur les sites de type  $A$ .
3. En déduire l'entropie  $S(n)$  du système puis la température  $T$  en fonction de  $E$ .
4. En inversant la relation  $T(E)$ , trouver  $E(T)$  puis  $n(T)$ .
5. Etudier les limites quand  $T \rightarrow 0$  et  $T \rightarrow \infty$  de  $n(T)$  puis tracer  $n(T)$  en fonction de  $T$ .

**EXERCICE 02: (10 points)**

On considère un système de  $N$  spin identiques,  $S_i, 1 \leq i \leq N$ . Chaque spin peut prendre trois valeurs  $-1, 0$  et  $+1$ . L'énergie du système quand on applique un champ magnétique externe  $B$  est

$$H = -\mu B \sum_{i=1}^N S_i$$

Où  $\mu$  est le moment magnétique associé au spin.

1. Calculer la fonction de partition  $Z$  pour ce système.
2. En déduire l'énergie moyenne  $E$  du système.
3. Que valent les probabilités  $P_-, P_0$  et  $P_+$  pour qu'un spin prenne respectivement les valeurs  $-1, 0$  et  $+1$  ?
4. Utiliser ces valeurs pour calculer la magnétisation moyenne du système  $M$  où

$$M = \mu \sum_{i=1}^N \langle S_i \rangle$$

Discuter les limites de  $M$  quand  $T \rightarrow 0$  et  $T \rightarrow \infty$ .

5. Calculer la capacité calorifique à volume constant  $C_V$ . quelles sont les limites à haute et basse températures de  $C_V$  ?