



Printemps des Sciences 2004

Le nématique

- Ordre positionnel : la position du centre de masse de chaque molécule est aléatoire,
- ordre orientationnel : l'orientation de chaque molécule fluctue autour d'une orientation moyenne :

1) densité de probabilité $h(\bar{u})$; \bar{u} est l'orientation d'une molécule :

- en phase isotrope : $h(\bar{u}) = \frac{1}{4\pi}$
- en phase nématique : $h(\bar{u})$ est maximum pour $\bar{u} = \pm \bar{n}$; \bar{n} est le directeur du nématique

2) on définit un paramètre d'ordre :

$$q = \int d\Omega_{\bar{u}} (\bar{u} \cdot \bar{n})^2 \left(h(\bar{u}) - \frac{1}{4\pi} \right)$$

Donc $q_I = 0$ et $q_N \neq 0$

La transition isotrope-nématique

- Transition "ordre-désordre" du point de vue orientationnel.
- Compétition entre deux grandeurs où la température T joue le rôle d'arbitre :
 - l'énergie moyenne E qui tend à être minimale,
 - l'entropie S , une "mesure" du désordre, qui tend à être maximale.
- On définit l'énergie libre de Helmholtz :

$$F = E - T S$$

$$\Delta F = \Delta E - T \Delta S$$

$$\begin{cases} \Delta E = E_N - E_I = -a q^2 \leq 0 & a > 0 \\ \Delta S = S_N - S_I = -k_B b q^2 \leq 0 & b > 0 \end{cases}$$

$$\Delta F = b q^2 k_B (T - T_0) \quad T_0 = \frac{a}{k_B b}$$

$$\begin{cases} F_N = F_I & \text{pour } T = T_0 & \longrightarrow & \text{Coexistence} \\ F_N > F_I & \text{pour } T > T_0 & \longrightarrow & \text{Isotrope} \\ F_N < F_I & \text{pour } T < T_0 & \longrightarrow & \text{Nématique} \end{cases}$$