



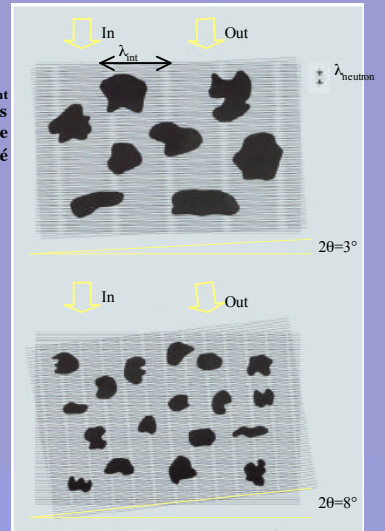
La diffusion neutronique: généralités (suite)

Les neutrons nous indiquent où sont les atomes, et comment ils bougent.

$$I(\mathbf{Q}, \omega) \propto \frac{k^1}{k} \iint G(\mathbf{r}, t) e^{i(\mathbf{Q} \cdot \mathbf{r} - \omega t)} d^3 \mathbf{r} dt$$

L'intensité diffusée $I(\mathbf{Q}, \omega)$ est directement reliée à la fonction de corrélation de paire dépendant du temps $G(\mathbf{r}, t)$. $G(\mathbf{r}, t)$ correspond à la probabilité de trouver un atome en \mathbf{r} , au temps t , sachant qu'un atome est en $\mathbf{r}=0$ au temps $t=0$. Ainsi, la mesure de $I(\mathbf{Q}, \omega)$ renseigne sur la structure et la dynamique du système étudié.

La longueur d'onde de mesure λ_{int} résultant de l'interférence des ondes planes incidente et diffusée doit être en accord avec la périodicité moyenne de la structure étudiée.



Un effet de la transformation de Fourier: Les gros objets "diffusent à petits angles".

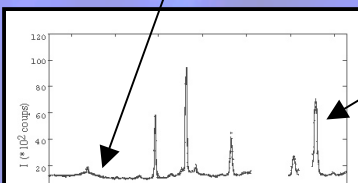
Les expériences de diffusion de neutrons se divisent en deux catégories

1) On réalise une "photo" de l'échantillon à un instant t (ce qui équivaut à intégrer $I(\mathbf{Q}, \omega)$ sur tous les transferts en énergie $\hbar\omega$) et on mesure les corrélations spatiales de densité ou d'aimantation: Ces sont des expériences 2-axes où l'on ne s'intéresse qu'à la dépendance de la diffusion en fonction du transfert de moment \mathbf{Q} .

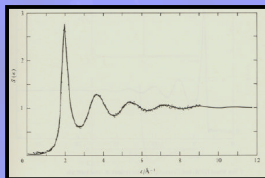
On saura ainsi si l'échantillon présente

- un ordre infini (réseau de Bragg) -> pics de diffraction dont on peut déduire la structure du réseau.
- un ordre local -> bosses de diffusion dont on pourra extraire la taille des domaines corrélés.

Bosse de diffusion: ordre à courte portée



Pic de diffraction: ordre à longue distance

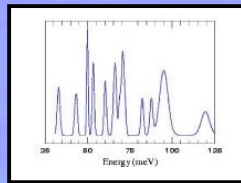


$I(\mathbf{Q})$ de l'argon à 85 K. On peut en déduire la fonction de distribution de paire.

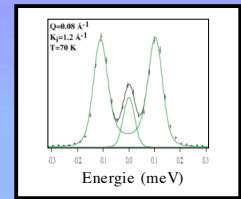
2) On enregistre les valeurs des transferts en moment et en énergie des processus de diffusion, ce qui donne accès aux corrélations spatio-temporelles. Ce sont les expériences quasiélastiques ou inélastiques.

On peut ainsi étudier les différents modes dynamiques de l'échantillon: les mouvements diffusifs (diffusion Rayleigh, reptation de polymères, ...), les modes propagatifs (phonons, magnons, doublet Brillouin,...) ainsi que des excitations locales du système (champ cristallin, effet tunnel,...).

Diffusion inélastique

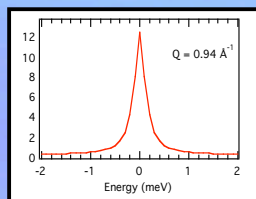


Spectroscopie vibrationnelle dans C_{60}

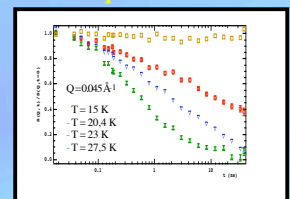


Excitations collectives ex: ondes de spin dans un composé ferromagnétique

Diffusion quasiélastique



Diffusion Rayleigh dans H_2O



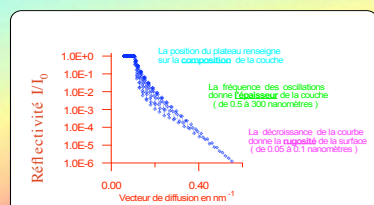
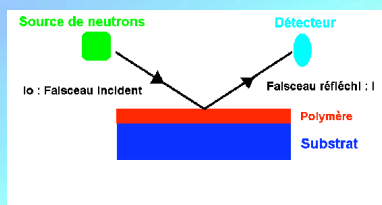
Mesure par spectroscopie à écho de spin de la relaxation des corrélations de spins dans un composé magnétique désordonné frustré. Cette technique donne directement la dépendance en temps de la fonction de corrélation.

La réflectivité des neutrons

De par leur neutralité électrique, les neutrons sont dotés d'un grand pouvoir de pénétration. Il sont toutefois également sensibles aux structures nucléaires et magnétiques des surfaces et interfaces.

La réflectivité traite des interférences entre ondes incidentes et réfléchi. Comme pour la lumière, on définit un indice de réfraction et un angle critique d'incidence en dessous duquel les neutrons sont totalement réfléchis.

Cette technique donne accès aux épaisseurs, densités, rugosités des surfaces, interfaces, couches minces.



*Plusieurs illustrations des posters « généralités » sont extraites du cours de R. Pynn sur la diffusion des neutrons.