

Que peut-on voir avec des neutrons?

Une introduction pour des non spécialistes

Jacques Schweizer

CEA-Grenoble DRFMC/SPSMS/Magnétisme et Diffraction Neutronique

I. Généralités sur les neutrons

I-1 Les propriétés du neutron

Le neutron est électriquement neutre.

Le neutron est une particule, mais en même temps une onde

L'énergie du neutron correspond à l'énergie cinétique de la particule I.

Le neutron porte un spin $s=1/2$.

I-2 Ondes et corpuscules, les phénomènes de base

Faisceau monochromatique et onde plane

Absorption d'un faisceau de neutrons

section efficace d'absorption

coefficient d'absorption linéaire

Diffusion des neutrons

section efficace différentielle partielle

section efficace différentielle

section efficace totale de diffusion

Réfraction des neutrons

reflexion totale

I-3 Les interactions neutron - matière

Interaction nucléaire (neutron - noyau)

longueur de Fermi

rôle des isotopes

diffusion nucléaire dépendant du spin (à ne pas confondre avec l'interaction magnétique)

longueur de diffusion complexe (pour mémoire)

Interaction magnétique (pour mémoire)

I-4 Production de faisceaux de neutrons

Production de neutrons

Modération des neutrons

Extraction des faisceaux

I-5 Détection des neutrons

Compteurs

MultidéTECTEURS

II. La diffusion des neutrons

II-1 La diffusion des neutrons mesure les corrélations entre particules dans la matière
La fonction de paires dépendant du temps, représente les corrélations dans l'espace (r,t)
La fonction intermédiaire $I(Q,t)$ en est la transformée de Fourier par rapport à l'espace
Le facteur de structure dynamique $S(Q,\omega)$ en est la deuxième transformée de Fourier, cette fois par rapport au temps

II-2 Diffusion cohérente et incohérente

II-3 Diffusion élastique et inélastique

III. Les instruments de diffusion de neutrons

III-1. Les diffractomètres (diffusion élastique)
diffractomètres à poudre ou à liquide
diffractomètres à monocristaux
diffractomètres à temps de vol élastique
appareils de diffusion de neutrons à petits angles

III-2. Les spectromètres (diffusion inélastique)
spectromètres à temps de vol
spectromètres triple axe (pour mémoire)

III-3. Les spectromètres à haute résolution en énergie
spectromètre à rétrodiffusion (backscattering)
spectromètre à écho de spin (neutron spin echo)

IV. Quelques modèles de diffusion

IV-1. Diffusion élastique cohérente: effets d'interférences
diffusion par un cristal (diffraction)
diffusion par des couches (réflectométrie)
diffusion d'objets en solution

IV-2. Diffusion élastique incohérente
déplacements carrés moyen
facteur de structure incohérent élastique (EISF)

IV-3. Diffusion inélastique incohérente
diffusion inélastique et diffusion quasiélastique
mouvements de translation
mouvements de rotation

IV-4. Diffusion inélastique cohérente (pour mémoire)