

TD 3 Interaction rayonnement matière

I. L'expérience de Rutherford

DISTANCE MINIMALE D'APPROCHE, TAUX DE DIFFUSION

On s'intéresse la collision frontale entre une particule α d'énergie cinétique E et un noyau au repos et on considère que lors d'un tel choc, toute l'énergie cinétique est convertie en énergie potentielle.

- 1) Déterminer l'expression de la distance minimale d'approche b qui est aussi une borne supérieure pour le rayon du noyau.
- 2) Faire une application numérique dans le cas de l'expérience de Rutherford ($E = 5$ MeV, $Z_{Au}=79$).

Un faisceau de particules α d'énergie cinétique 5.30 MeV émises par une source de polonium 210 avec une intensité de 10^5 particules/s arrive sous incidence normale sur un film d'or d'épaisseur 10^{-7} m. Un détecteur de surface active 10^{-4} m² est positionné à 0.1 m du film et à 10° de la direction du faisceau incident.

- 3) Quel est le nombre de particules détectées par unité de temps ?

On rappelle que l'or a une densité de 19.3, un numéro atomique de 79 et un nombre de masse de 197. La section efficace de Rutherford est donnée par

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta) = \left(\frac{ZZ'e^2}{4E_c} \right)^2 \frac{1}{\sin^4\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

II. Diffusion par une sphère dure

SECTION EFFICACE DE DIFFUSION

On considère la diffusion par une sphère dure de rayon R (cf. Figure). En reliant le paramètre d'impact b à l'angle de diffusion θ , déterminer l'expression de la section efficace différentielle de diffusion $d\sigma/d\Omega(\theta)$ puis l'expression de la section efficace totale.

III. Facteur de diffusion atomique

AMPLITUDE DIFFUSÉE, TRANSFORMÉES DE FOURIER

On cherche à calculer le facteur de forme atomique $f(q)$ qui décrit l'interaction rayonnement matière entre une onde incidente et un atome. On se place dans le cas de la diffusion des rayons X qui sont diffusés par les électrons de l'atome et on considère pour simplifier que la densité électronique $\rho_e(\mathbf{r})$ d'un atome est uniforme à l'intérieur de celui-ci et nulle à l'extérieur.

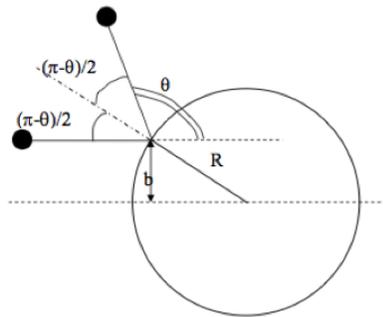


FIGURE 1 – Diffusion par une sphère dure

- 1) Calculer l'amplitude de l'onde diffusée $f(q)$ par cet atome dans la direction repérée par le vecteur de diffusion \mathbf{q} . On exprimera le résultat en fonction du volume de l'atome V et de la variable réduite qR où R est le rayon de l'atome.
- 2) Calculer sa limite quand $qR \rightarrow 0$ et commenter le résultat.
- 3) Que vaudrait $f(q)$ si au lieu des rayons X on utilisait des neutrons ?

IV. Diffusion par une rangée d'atomes

AMPLITUDE DIFFUSÉE, TRANSFORMÉES DE FOURIER, CONVOLUTIONS

On considère un ensemble infini d'atomes répartis sur les noeuds d'un réseau infini à 1 dimension de paramètre de maille a .

- 1) Quelle est l'expression de la densité locale $\rho(\mathbf{r})$?
- 2) Calculer sa transformée de Fourier $\rho(\mathbf{q})$ et tracer son allure.

On considère maintenant un réseau identique au précédent mais de taille finie L .

- 3) Ecrire la nouvelle densité locale $\rho'(\mathbf{r})$, calculer sa transformée de Fourier $\rho'(\mathbf{q})$ et tracer son allure sur le même graphe que celui de la question précédente.
- 4) Commenter l'influence de la taille finie du réseau.