Partiel du 9 novembre 2011
Aucun document autorisé

QUESTIONS DE COURS

1. Présenter en quelques lignes les hypothèses de base du modèle en couche.
2. Quel est le spin-parité de l'^{16}O ?
3. Quelle doit être la condition sur la différence des masses atomiques entre un noyau père et un noyau fils pour autoriser la décroissance β^+. On démontrera cette condition.
4. Quelle est la condition pour qu'une réaction endoénergétique puisse se réaliser ?

FACTEURS DE FORMES NUCLEAIRES

On se propose d'étudier la distribution des charges électriques dans les noyaux par la mesure des sections efficaces différentielles de diffusion élastiques d'électrons de hautes énergies.

1. Soit un faisceau d'électrons d'impulsion $\boldsymbol{p}_0$ envoyés sur des noyaux cibles de nombre de masse A, de nombre de charge Z et de masse M. L'électron est diffusé d'un angle θ par rapport à la direction incidente, avec une impulsion $\boldsymbol{p}$. Pour les petits moments de transfert $\boldsymbol{q}$ orientés suivant $\boldsymbol{e}_z$ et tels que $\hbar\boldsymbol{q} = \boldsymbol{p}_0 - \boldsymbol{p}$, une bonne approximation de la section efficace différentielle est obtenue en appliquant l'approximation de Born à la diffusion élastique électron – noyau : $\dfrac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\dfrac{m}{2\pi\hbar^2}\right)^2 \left|\int e^{i\frac{(\vec{p}_0-\vec{p})}{\hbar}.\vec{r}} V(r)d\tau\right|^2$, avec m la masse de l'électron, $V(r)$ l'énergie d'interaction et $d\tau$ l'élément de volume.
   a. Calculer $\dfrac{d\sigma}{d\Omega}$ en fonction de q, module de $\boldsymbol{q}$, en considérant une énergie d'interaction coulombienne $V(r)$ de l'électron incident avec le noyau de charge Ze dont les électrons atomiques forment un écran. Cette énergie vaut $V(r) = \dfrac{Ze^2}{r} e^{-r/a}$**,** avec a une dimension caractéristique de l'édifice atomique.
   b. Discuter la diffusion en fonction du produit $qa = 2\dfrac{a}{\lambda\!\!\!^{-}}\sin(\theta/2)$, avec $\lambda\!\!\!^{-}$ la longueur d'onde réduite de de Broglie associée à l'électron incident.
   c. La section efficace différentielle pour un potentiel purement coulombien s'obtenant en faisant tendre a vers l'infini, montrer que l'on obtient alors la section efficace de diffusion de Rutherford, soit $\left(\dfrac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Rd} = \left(\dfrac{Z^2e^4m^2}{4p_0^4}\right)\dfrac{1}{\sin^4(\theta/2)}$.
2. Sachant que la longueur d'onde de de Broglie associée à un électron de 1 GeV vaut $\lambda\!\!\!^{-}$ = 0,2 *fm* et que les dimensions nucléaires dont de l'ordre du *fm*, la diffusion de tels électrons sur des noyaux permet donc typiquement de mesurer la distribution spatiale des charges à l'intérieur du noyau. L'interaction coulombienne n'est alors plus due à la charge ponctuelle Ze, mais plutôt à la densité volumique de charge $\rho(\boldsymbol{r})$ qui obéit à l'équation de Poisson $\Delta V = -4\pi e\rho(\boldsymbol{r})$. En utilisant la formule de Green $\int (U\Delta V - V\Delta U)d\tau = 0$, avec $U(r) = e^{i\vec{q}.\vec{r}}$ qui obéit à l'équation différentielle $\Delta U + q^2U = 0$**,** montrer que dans ces conditions la section efficace différentielle vaut $\dfrac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\dfrac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{Rd} F^2(q)$**,** avec $F(q)$ la facteur de forme donné par la transformée de Fourier de la distribution de charge $F(q) = \dfrac{1}{Ze}\int \rho(r)e^{i\vec{q}.\vec{r}}d\tau$.