DIFFUSION ÉLASTIQUE DES PROTONS DE 150 ET 80 MeV SUR LES NOYAUX LÉGERS ET POTENTIEL OPTIQUE

C. Rolland, B. Geoffrion, Nicolas C.M. Marty, M. Morlet, B. Tatischeff, A. Willis

► To cite this version:

C. Rolland, B. Geoffrion, Nicolas C.M. Marty, M. Morlet, B. Tatischeff, et al.. DIFFUSION ÉLASTIQUE DES PROTONS DE 150 ET 80 MeV SUR LES NOYAUX LÉGERS ET POTENTIEL OPTIQUE. Journal de Physique Colloques, 1966, 27 (C1), pp.C1-126-C1-128. 10.1051/jphyscol:1966163 . jpa-00213047

HAL Id: jpa-00213047

<https://hal.science/jpa-00213047>

Submitted on 1 Jan 1966

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

DIFFUSION ÉLASTIQUE DES PROTONS DE 150 ET 80 MeV SUR LES NOYAUX LÉGERS ET POTENTIEL OPTIQUE

C. ROLLAND, B. GEOFFRION, N. MARTY, M. MORLET,
B. TATISCHEFF et A. WILLIS

Laboratoire de Physique Nucléaire, Orsay

Résumé. — Nous avons étudié les sections efficaces différentielles et les polarisations des protons diffusés élastiquement à 80 et 150 MeV sur les noyaux ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{40}\text{Ca}$. Nous présentons ici les résultats expérimentaux et les paramètres déduits de leur analyse en potentiel optique par un programme de recherche automatique.

Abstract. — We have studied differential cross sections and polarizations for protons elastically scattered at 80 and 150 MeV by ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{40}\text{Ca}$. Our results are presented here, with the parameters deduced from an optical potential analysis by an automatic search program.

Introduction. — Dans le cadre d'une étude générale du potentiel optique pour la diffusion des protons de 150 MeV, nous avons cherché à voir si une certaine continuité des paramètres pouvait être obtenue pour les noyaux légers de ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$ et ${}^{40}\text{Ca}$. Nous avons cherché à obtenir ces paramètres du potentiel optique qui sont nécessaires pour calculer les phénomènes de distorsion intervenant dans l'étude des niveaux excités des noyaux par diffusion des protons, dans l'interprétation de l'approximation d'impulsion [1]. Les observables que nous avons mesurées et analysées sont la section efficace différentielle et la polarisation élastiques des protons diffusés sur les noyaux précités à 150 MeV. Pour voir s'il y avait continuité depuis les basses énergies, nous avons aussi étudié les protons de 80 MeV diffusés par ${}^{12}\text{C}$ et ${}^{40}\text{Ca}$.

Méthode expérimentale. — Elle est décrite dans une publication plus détaillée [2]. Nous avons utilisé les protons de 150 MeV du Synchrocyclotron d'Orsay. La section efficace différentielle était mesurée par le spectre des protons élastiques sélectionnés par analyse magnétique, par référence au spectre des protons diffusés par une cible d'hydrogène, dont la section efficace différentielle est connue. La polarisation était déduite de l'asymétrie dans une deuxième diffusion des protons élastiques, connue elle aussi.

Pour les mesures à 80 MeV, les protons, polarisés

à 57 % par diffusion dans le Synchrocyclotron sur une cible de carbone, traversaient un solénoïde pouvant renverser leur spin de 180° , étaient ralentis à 80 MeV, puis diffusés sur la cible d'étude. La comparaison des deux spectres diffusés élastiquement avec spin inchangé et spin ayant tourné de 180° donnait la section efficace différentielle (pour laquelle la référence était encore la diffusion sur hydrogène à 80 MeV) et la polarisation.

Interprétation. — Elle a été faite au moyen d'un programme de recherche automatique que nous a communiqué F. Perey. La forme du potentiel est

$$V(r) = V_c(r) - \frac{U_r}{1 + e^x} - i \left[W_V - 4 W_S \frac{d}{dx'} \right] \frac{1}{1 + e^x} - \left[\frac{\hbar}{m_\pi c} \right]^2 [U_{SO} + i W_{SO}] \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left[\frac{1}{1 + e^{x''}} \right] \mathbf{L} \cdot \mathbf{S}$$

avec

$$x = \frac{r - R_R \cdot A^{1/3}}{A_R} \quad x' = \frac{r - R_I \cdot A^{1/3}}{A_I} \quad x'' = \frac{r - R_{SO} \cdot A^{1/3}}{A_{SO}}$$

et $V_C(r)$ = potentiel coulombien pour une sphère uniformément chargée de rayon $R_C \cdot A^{1/3}$.

La figure donne les résultats expérimentaux pour ${}^6\text{Li}$ et ${}^7\text{Li}$ ainsi que les courbes déduites des paramètres donnant le meilleur accord global. Les sections efficaces différentielles sont ici données avec une légère correction d'étalonnage par rapport à celles d'une publication antérieure [3].

Le tableau 1 donne l'ensemble des paramètres et la valeur de l'accord « χ^2 » par point, dans leur recherche par méthode de Gauss.

Pour le potentiel central, les profondeurs sont en accord aussi bien à 150 qu'à 80 MeV — avec celles déduites d'un potentiel non local déterminé à plus basse énergie. L'absorption est en surface à 80 MeV, de même à 150 MeV sauf pour les corps les plus lourds ${}^{12}\text{C}$ et ${}^{40}\text{Ca}$, en accord avec les prévisions déduites des fondements théoriques du potentiel optique (la contrainte due au principe d'exclusion dans le noyau est de plus en plus faible quand l'énergie et A croissent). Pour le potentiel spin-orbite, on note l'absence de terme imaginaire à 80 MeV, tandis qu'il est nécessaire à 150 MeV pour expliquer les polarisations essentiellement positives dans tout le domaine angulaire.

Tableau I

Noyaux	${}^{12}\text{C}$	${}^{40}\text{Ca}$	${}^6\text{Li}$	${}^7\text{Li}$	${}^{12}\text{C}$	${}^{40}\text{Ca}$
Energie MeV	75	75	152	152	152	153
U_R MeV	25,4	23,0	18,7	20,5	18,7	15,0
R_R fm	1,13	1,20	1,07	1,10	1,13	1,01
A_R fm	0,49	0,53	0,51	0,43	0,72	0,47
W_V MeV	0	0	0	0	10,4	15,0
W_S MeV	8,5	13,2	8,3	8,5	0	0
R_I fm	1,45	1,20	1,18	1,23	1,18	1,40
A_I fm	0,45	0,56	0,52	0,50	0,85	0,52
U_{SO} MeV	0,72	0,90	0,63	0,61	3,52	2,11
W_{SO} MeV	0	0	- 2,08	- 1,90	- 2,11	- 2,65
R_{SO} fm	1,86	1,69	1,10	1,18	0,93	1,12
A_{SO} fm	0,40	0,39	0,62	0,48	0,50	0,61
R_C fm	1,33	1,32	1,56	1,49	1,33	1,32
χ^2_{total}	23,2	18,4	12,1	19,5	14,7	10,1
χ^2_{σ}	1,3	1,8	3,8	5,7	16,4	7,1
χ^2_p	45	35	23,4	34	12,2	15,1
$\sigma_{\text{react.}}$ mb	375,8	815,9	158,3	173,5	228,7	653,6

Discussion et conclusion. — On remarque que la variation des paramètres avec A est plus discontinue et plus importante que pour les noyaux lourds [2]. Ainsi, pour une même énergie, 150 MeV, on a meilleur accord avec absorption en surface pour ${}^6\text{Li}$ et ${}^7\text{Li}$, et en volume pour ${}^{12}\text{C}$ et ${}^{40}\text{Ca}$. Pour ces deux derniers noyaux, on a d'ailleurs meilleur accord avec absorption en surface également à 80 MeV. D'autre part, on ne parvient pas à expliquer la différence dans les polarisations de ${}^6\text{Li}$ et ${}^7\text{Li}$ au-dessus de 40° . Si le potentiel optique semble bien donner des caractéristiques globales pour les noyaux, il ne permet pas de rendre compte des différences de structure ni de la déformation de ces noyaux, qui semblent beaucoup plus importantes pour les noyaux légers. Il permet

quand même d'avoir une bonne idée de ce que seraient les paramètres nécessaires pour calculer la distorsion, pour un noyau pris dans la gamme étudiée.

Bibliographie

- [1] HAYBRON (R. M.), MC. MANUS (H.), WERNER (A.), DRISKO (R. M.) et SATCHLER (G. R.), *Phys. Rev. Letters*, 1964, **12**, 249.
- [2] ROLLAND (C.), GEOFFRION (B.), MARTY (N.), MORELLET (M.), TATISCHEFF (B.) et WILLIS (A.), *Nucl. Phys.* (à paraître).
- [3] TATISCHEFF (B.), MARTY (N.), DE BOUARD (X.), FOX (J. G.), GEOFFRION (B.) et ROLLAND (C.), *Phys. Letters*, 1964, **8**, 154.

RÉACTIONS ${}^{12}\text{C}(\alpha, \alpha)$ A 51 MeV ET ${}^{14}\text{N}(\text{d}, \alpha)$ ${}^{12}\text{C}$ ET ${}^{14}\text{N}(\text{d}, \text{d})$ A 28,5 MeV,

J. L. VIDAL, R. BOUCHE, C. FAYARD, L. FEUVRAIS, M. GAILLARD, P. GAILLARD, M. GOUANÈRE,
M. GUSAKOW, G. H. LAMOT, J. R. PIZZI,

Institut de Physique Nucléaire, Lyon

Résumé. — La distribution angulaire de la réaction ${}^{14}\text{N}(\text{d}, \alpha)$ ${}^{12}\text{C}$ est mesurée entre 10° et 90° lab. En vue d'interpréter ces résultats par la DWBA, nous avons également mesuré les distributions angulaires des diffusions ${}^{14}\text{N}(\text{d}, \text{d})$ ${}^{14}\text{N}$ et ${}^{12}\text{C}(\alpha, \alpha)$ ${}^{12}\text{C}$, afin de déterminer les paramètres du modèle optique dans les voies d'entrée et de sortie. Une interprétation est faite pour l'une des transitions.

Abstract. — Alpha-particle energy spectra from the ${}^{14}\text{N}(\text{d}, \alpha)$ ${}^{12}\text{C}$ reaction is obtained, the angular range studied being from 10° to 90° lab. An optical model program is used for optical-model analysis of ${}^{14}\text{N}(\text{d}, \text{d})$ ${}^{14}\text{N}$ and ${}^{12}\text{C}(\alpha, \alpha)$ ${}^{12}\text{C}$ distributions measured at 28.5 MeV and 51 MeV respectively; a distorted-wave Born-approximation analysis is made for one of the transitions.

Le principal but de ce travail est l'étude expérimentale et l'interprétation de la réaction ${}^{14}\text{N}(\text{d}, \alpha)$ ${}^{12}\text{C}$ obtenue avec des deutons de 28,5 MeV : ce type de réaction donne des informations concernant à la fois la configuration des niveaux excités et le mécanisme de réaction, et a été étudié en particulier à des énergies de deutons de 24 MeV [1]. L'interprétation est faite dans le cadre de l'interaction directe, en utilisant la méthode DWBA ; les fonctions d'ondes des voies d'entrée et de sortie sont déduites du modèle optique,

pour les énergies convenables des voies d'entrée et de sortie. Nous avons donc mesuré les distributions angulaires ${}^{12}\text{C}(\alpha, \alpha)$ à 51 MeV et ${}^{14}\text{N}(\text{d}, \text{d})$ à 28,5 MeV.

Les deutons et alphas sont accélérés par le Synchrocyclotron de l'Institut de Physique Nucléaire de Lyon, à des énergies de 28,5 MeV et 57 MeV respectivement ; les alphas sont ralentis jusqu'à 51 MeV. La dispersion en énergie est de 250 keV. Les cibles utilisées sont du polystyrène (3 mg/cm^2 et 1 mg/cm^2) ou des cibles gazeuses d'azote commercial, dont le diamètre est