

DIFFUSION ÉLASTIQUE ET INÉLASTIQUE DES PROTONS DE 155 MeV SUR ^{208}Pb

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

Institut de Physique Nucléaire, 91-Orsay, France.

(Reçu le 27 septembre 1968.)

Résumé. — Nous avons mesuré la section efficace et la polarisation des protons de 155 MeV diffusés par ^{208}Pb . Les résultats de la diffusion élastique sont interprétés en modèle optique et comparés à d'anciennes mesures sur ^{209}Bi . Les résultats pour le premier niveau (3^- à 2,62 MeV) sont comparés aux valeurs théoriques déduites du modèle de Gillet, en utilisant la méthode des ondes distordues (D.W.I.A.). Le modèle semble insuffisant pour décrire le caractère très collectif de ce niveau.

Abstract. — We have measured the cross-section and the polarization of 155 MeV protons scattered by ^{208}Pb . An optical model analysis is performed on the elastic scattering results, and the parameters are compared with previous values for ^{209}Bi . The results for the first excited state (3^- at 2.62 MeV) are interpreted in the distorted waves impulse approximation (D.W.I.A.), using Gillet's wave function. The collective character of this level seems not to be sufficiently taken into account by the model.

Introduction. — Une étude précédente [1] de la diffusion inélastique des protons de 155 MeV sur des noyaux de la couche $1d-2s$ avait montré l'importance des effets de distorsion, aussi bien pour les sections efficaces que pour les polarisations des protons diffusés. Il nous a paru intéressant d'étendre ces mesures à un noyau très lourd, où les effets de distorsion doivent devenir très importants. Le plomb 208 est particulièrement adapté à cette étude : fondamental 0^+ , premier niveau excité 3^- de type collectif, relativement bien séparé des niveaux voisins. De plus, il existait pour ce noyau

des fonctions d'ondes en modèle trou-particule [2] du même type que celles que nous avons utilisées pour les calculs en D.W.I.A. (Distorted waves impulse approximation) sur les noyaux de la couche $1d-2s$ [1, 3].

La méthode expérimentale mise en œuvre a été décrite par ailleurs [1]. Les cibles de ^{208}Pb étaient isotopiquement pures.

Diffusion élastique. — Des résultats de la diffusion élastique sont extraits les paramètres du potentiel optique, en utilisant le programme JIB 3 de F. Perey.

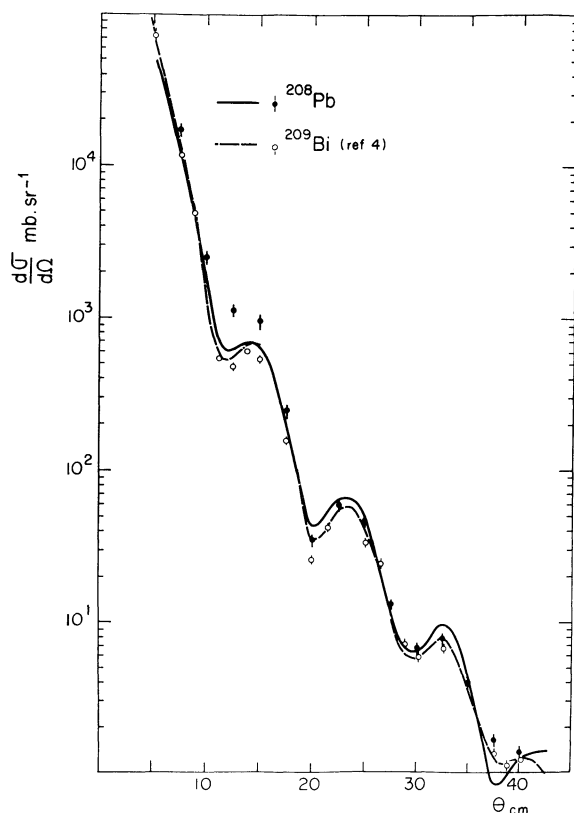


FIG. 1.

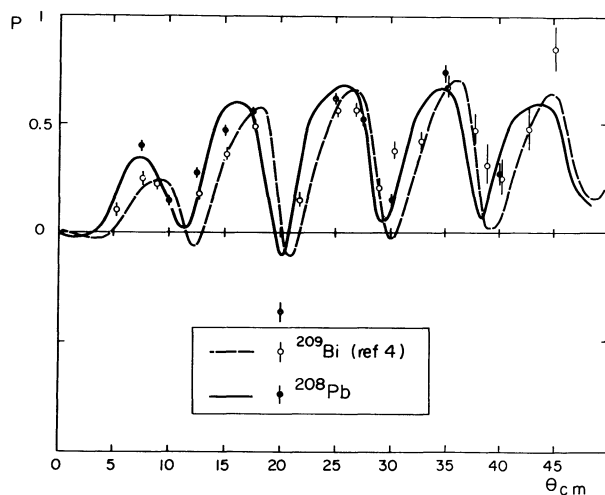


FIG. 2.

Ces résultats sont présentés figures 1 et 2 et comparés à ceux précédemment obtenus par C. Rolland [4] sur ^{209}Bi (tableau I a)). Les paramètres pour le noyau de ^{208}Pb sont légèrement différents de ceux de ^{209}Bi , en particulier pour la partie spin-orbite. Les conditions expérimentales étaient nettement meilleures dans les mesures sur ^{208}Pb que dans celles sur ^{209}Bi : la résolution angulaire ayant été ramenée de $1,4^\circ$ en moyenne

TABLEAU I

| | ^{209}Bi a) | ^{209}Bi b) | ^{208}Pb |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| U_R MeV | 22,5 | 23,3 | 18,1 |
| R_R fm | 1,11 | 1,13 | 1,12 |
| A_R fm | 0,73 | 0,75 | 0,69 |
| W_V MeV | 19,8 | 17,3 | 16,9 |
| W_S MeV | 0 | 0 | 0 |
| R_1 fm | 1,29 | 1,30 | 1,29 |
| A_1 fm | 0,59 | 0,55 | 0,60 |
| V_{so} MeV | 1,70 | 1,40 | 4,87 |
| W_{so} MeV | — 3,22 | — 2,65 | — 0,45 |
| R_{so} fm | 1,10 | 1,13 | 1,10 |
| A_{so} fm | 0,75 | 0,75 | 0,83 |
| R_c fm | 1,20 | 1,20 | 1,20 |

a) Résultats obtenus directement à partir des valeurs expérimentales [4].

b) Les valeurs expérimentales ont été modifiées pour tenir compte de la résolution angulaire [4].

à $0,8^\circ$. L'effet en est particulièrement marqué à $\theta = 20^\circ$ en polarisation (fig. 2).

C. Rolland avait tenté de tenir compte sur ^{209}Bi de l'effet de la résolution angulaire, et obtenait ainsi un ensemble de paramètres différents (tableau I b)). Ces derniers, appliqués à ^{208}Pb , ne permettent pas d'obtenir un lissage satisfaisant.

Dans cet espace multiparamétrique, plusieurs ensembles différents de paramètres peuvent conduire au même accord. Il est donc possible que l'on puisse trouver un ensemble de paramètres plus voisin de celui de ^{209}Bi que l'ensemble auquel nous avons abouti. Cependant, en pratique, ceci semble peu probable car, en utilisant les paramètres de ^{209}Bi comme valeur de départ, la méthode de recherche automatique fait converger ceux-ci vers des valeurs peu réalistes. D'autre part, les résultats expérimentaux moins nombreux sur ^{208}Pb (cible très mince et faible temps de machine) rendent plus difficile un lissage unique.

Diffusion inélastique. — La dispersion des résultats spectroscopiques est très importante pour les niveaux de ^{208}Pb , aussi bien pour l'attribution des spins et parités que pour leur position en énergie. Cependant, les caractéristiques du premier niveau 3^- à 2,62 MeV sont confirmées par tous les auteurs.

V. Gillet *et al.* [2] prévoient en modèle trou-particule ce niveau à 2,74 MeV, avec une probabilité de transition au fondamental de 13,9 (unités Weisskoff). Un modèle similaire de J. Letourneux et J. M. Eisenberg [5] donne, pour ce même niveau, les valeurs respectives de 2,63 et 19,4, très voisines.

Ces valeurs de probabilité de transition sont en désaccord avec plusieurs mesures expérimentales don-

nant un résultat voisin de 30 à 35 (unités Weisskoff), à partir d'expériences de diffusion inélastique de protons [6], de particules α [7] ou d'électrons [8]. Par contre, J. Saudinos *et al.* [9] obtiennent, en protons, une valeur de 19,5 remarquablement en accord avec les prévisions théoriques.

Les spectres expérimentaux de diffusion $p-p'$ se caractérisent par un niveau très excité à 2,6 MeV (40 mb.sr⁻¹ au maximum). Vers 4,3 MeV, apparaît un pic important pouvant être dû aux niveaux vus à 4,15 et 4,37 par Scott et Fricke [6]. Notre résolution en énergie, voisine de 0,8 MeV, ne nous permet pas de décomposer correctement les quelque 18 niveaux rapportés entre 3 et 5 MeV par Saudinos *et al.* [9] et, plus récemment, par Ballini *et al.* [10].

Pour pouvoir extraire les résultats de polarisation du niveau 3⁻ à 2,62 MeV, nous avons supposé que la polarisation introduite par les niveaux vers 3,2 MeV était comprise entre -0,5 et +0,5, cette valeur n'ayant pu être mesurée. Ceci a très peu d'effet sur les résultats, compte tenu de la très forte section efficace du niveau 3⁻. Les barres d'erreurs tiennent compte de cette incertitude.

Nos résultats expérimentaux sont comparés aux prévisions théoriques calculées, à partir du modèle de Gillet [2], en ondes planes et D.W.I.A. (Programme Reseda [3]).

Comme les lissages par potentiel optique des résultats de diffusion élastique donnaient des paramètres différents de ceux obtenus pour ²⁰⁹Bi, nous avons effectué les calculs de D.W.I.A. en utilisant les deux potentiels.

Les comparaisons théorie-expérience en section efficace sont portées figure 3. Les rapports σ_{th}/σ_{exp} sont :

- en ondes planes 2,2
 - en ondes distordues 0,14
- } vers 12,5°.

Le facteur d'atténuation introduit par la distorsion est voisin de 16.

En raison de cette forte atténuation, on pourrait supposer que les approximations faites dans le calcul en D.W.I.A. sont moins justifiées que pour les noyaux plus légers. D'autre part, si l'on compare les résultats en ondes planes à ceux obtenus pour les noyaux plus légers, le rapport σ_{th}/σ_{exp} est, dans le cas présent, très faible (ce facteur est de l'ordre de 4 pour le premier niveau 2⁺ de ¹²C, et de 7 pour le premier niveau 3⁻ de ⁴⁰Ca). Ceci indique que le modèle choisi n'accuse pas assez fortement le caractère collectif important du niveau étudié. Dans l'espace particule-trou, toutes les configurations possibles ayant été utilisées, il semble alors nécessaire d'introduire des composantes déformées à 2 trous-2 particules, 4 trous-4 particules, etc. [11].

La valeur de la section efficace expérimentale est grossièrement proportionnelle au carré de la probabilité de transition. A partir de la valeur théorique de 13,9 pour cette probabilité, si nous normalisons (au sommet) la courbe en D.W.I.A. aux points expé-

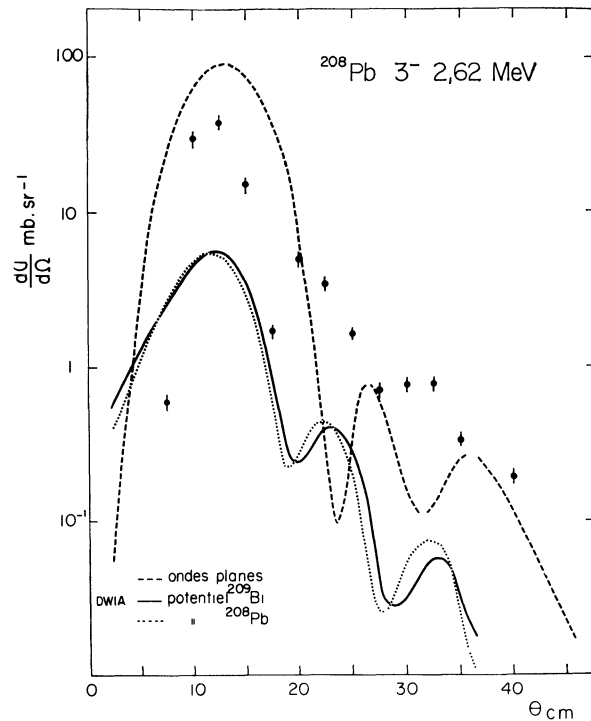


FIG. 3.

rimementaux, nous obtenons une valeur de 37,6 pour la probabilité expérimentale. Le rapport σ_{th}/σ_{exp} varie légèrement avec l'angle de diffusion, mais est assez constant pour les sommets des oscillations. La valeur de la probabilité ainsi obtenue est en bon accord avec celles données dans les références [6, 7, 8].

Compte tenu de ceci, la valeur absolue de section efficace obtenue par la D.W.I.A. est trop faible, mais, par contre, les oscillations sont bien reproduites en position et amplitude.

Nous avons, dans nos calculs, utilisé une valeur

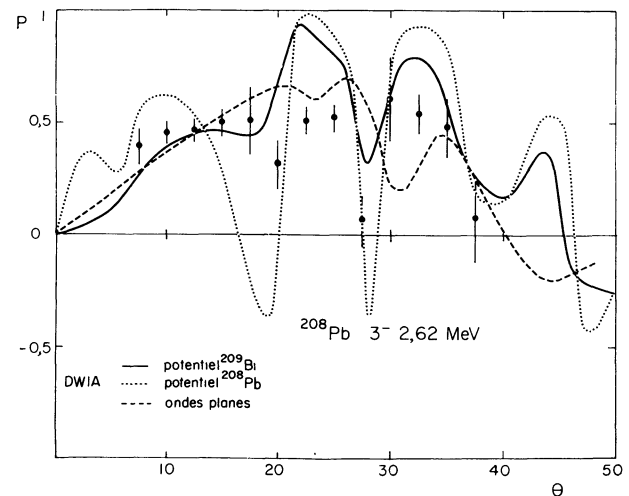


FIG. 4.

moyenne de 2,33 fm pour le paramètre de l'oscillateur harmonique. En prenant une valeur différente pour chaque couche [2], les oscillations pourraient être légèrement déplacées, mais la valeur absolue de la section efficace serait pratiquement inchangée.

Les résultats de polarisation (*fig. 4*) sont peu précis mais, si l'ordre de grandeur semble compatible avec le calcul en ondes planes, les deux oscillations vers 20° et 30° n'existent à la bonne position que dans le calcul en D.W.I.A. Il est possible qu'un potentiel optique ayant une partie spin-orbite intermédiaire entre celles trouvées pour ^{208}Pb et ^{209}Bi améliorerait les résultats.

Mais, compte tenu des approximations de la D.W.I.A., il n'est pas possible d'utiliser une telle méthode pour choisir un potentiel.

Conclusion. — Jusqu'à présent, la méthode D.W.I.A. n'avait pas été appliquée à 155 MeV pour un noyau aussi lourd, en grande partie faute de résultats expérimentaux. Compte tenu des restrictions que l'on a pu faire sur le modèle décrivant le niveau étudié, il apparaît que la méthode D.W.I.A. reste encore valable dans un domaine où l'atténuation introduite par l'ensemble du noyau est très importante.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] WILLIS (A.), GEOFFRION (B.), MARTY (N.), MORLET (M.), ROLLAND (C.) et TATISCHEFF (B.), *Nuclear Phys.*, 1968, A **112**, 417.
- [2] GILLET (V.), GREEN (A. M.) et SANDERSON (E. A.), *Nuclear Phys.*, 1966, **88**, 321.
- [3] WILLIS (A.), Thèse d'État, Orsay, 1968, n° C.N.R.S. A.O. 2231.
- [4] ROLLAND (C.), Thèse d'État, Orsay, 1967.
ROLLAND (C.), GEOFFRION (B.), MARTY (N.), MORLET (M.), TATISCHEFF (B.) et WILLIS (A.), *Nuclear Phys.*, 1966, **80**, 625.
- [5] LETOURNEUX (J.) et EISENBERG (J. M.), *Nuclear Phys.*, 1966, **85**, 119.
- [6] SCOTT (A.) et FRICKE (M. P.), *Phys. Letters*, 1966, **20**, 654.
- [7] ALSTER (J.), *Phys. Rev.*, 1966, **141**, 1138.
- [8] PETERSON (G. A.) et ZIEGLER (J. F.), *Phys. Letters*, 1966, **21**, 543.
- [9] SAUDINOS (J.) et al., *Phys. Letters*, 1966, **22**, 492.
- [10] BALLINI (R.) et CINDRO (N.) et al., *Phys. Letters*, 1968, **26**, 215.
- [11] GILLET (V.), Communication privée.