ÉTUDE DES RÉACTIONS $pp'\gamma$ PROVOQUÉES PAR DES PROTONS DE 155 MeV. CAS DE LA RÉSONANCE GÉANTE.

Par Mmes H. LANGEVIN-JOLIOT, N. MARTY et M. X. DE BOUARD,

Laboratoire de Physique Nucléaire, Faculté des Sciences, Orsay.

Résumé. — Les protons énergétiques excitent les noyaux à la résonance géante. Pour tenter de préciser ce processus, nous avons recherché les photons d'environ 20 MeV associés aux protons p' diffusés inélastiquement qui excitent la résonance géante. On donne le rapport $\sigma(pp'\gamma)/\sigma(pp')$ pour les noyaux ^{12}C et ^{16}O pour des angles de diffusion des protons de 10° et 25° pour le premier cas et 10° pour le second.

Abstract. — In order to have more information about the excitation of the giant resonance by inelastic scattering of protons, we have searched the γ rays associated with this excitation. The ratio $\frac{d\sigma_{pp'\gamma}}{d\Omega} / \frac{d\sigma_{pp'}}{d\Omega}$ is given for scattering angles for protons of 10° and 25° for a ^{12}C target, and 25° for an ^{16}O target.

Les spectres de diffusion élastique de protons de 185 MeV obtenus par Tyrén et Maris [1] présentent des pics dont la position en énergie et la largeur correspondent approximativement à celles que l'on observerait si le noyau était excité à la résonance géante.

FIG. 1.

Ce résultat n'a pu être expliqué qu'en partie par l'excitation du noyau par interaction coulombienne [2], [3].

Nous avons repris l'étude de ce phénomène, dans le cas des noyaux ^{12}C et ^{16}O , à l'aide du faisceau de protons de 155 MeV du synchrocyclotron d'Orsay. Dans le but d'apporter des renseignements supplémentaires sur le mode d'excitation, nous avons recherché les photons associés aux protons diffusés qui laissent au noyau une énergie de 19 à 25 MeV.

En considérant la résonance géante comme une

excitation dipolaire électrique, la plus grande partie des photons doit correspondre à la désexcitation vers le niveau fondamental. De tels photons, d'énergie voisine de 20 MeV ont effectivement été

FIG. 2. — Spectre des protons diffusés sur ^{12}C à 25° .

mis en évidence récemment dans les réactions $(p\gamma)$ correspondantes [4], [5], [6].

Cependant, nous devons nous attendre à n'observer qu'un nombre très faible de rayonnements γ , car ce processus de désexcitation est en compétition avec les réactions $(p, 2p)$ et (p, pn) dont les seuils sont inférieurs à 19 MeV.

Le dispositif est schématisé (fig. 1). Nous avons utilisé pour l'étude de ^{12}C une cible de graphite pur de 3 cm de largeur et 4 cm de hauteur, et pour l'étude de ^{16}O une cible d'eau de 4×5 cm. Dans

les deux cas, la perte d'énergie des protons incidents dans les cibles était de 7,5 MeV.

Les protons diffusés sont détectés par un télescope à protons comportant en coïncidence « rapide » deux scintillateurs plastiques, en coïncidence « lente » avec un scintillateur INa(Tl) de 2,5 cm d'épaisseur. Un absorbant de carbone est placé entre les deux plastiques, ainsi seuls sont détectés par le scintillateur INa(Tl) les protons d'énergie supérieure à 123 MeV. Le cristal est monté sur un photomultiplicateur 53 A. V. P. et les impulsions sont analysées par une chaîne proportionnelle. L'angle solide de détection des protons était de $3 \cdot 10^{-3}$ stéradian.

Les mesures ont été faites à 10° et 25° du faisceau incident. Sur la figure 2 est représenté le spectre obtenu à 25° avec la cible de carbone. On y distingue les pics correspondant aux niveaux de 4,4 et 9,6 MeV, ainsi qu'un pic correspondant à une énergie d'excitation de (20 ± 1) MeV et dont l'intensité est estimée à 25 % de celle du pic élastique, en accord avec [1] et [7].

Les photons sont détectés et analysés à l'aide d'un scintillateur INa(Tl) de 12,5 cm de diamètre, 15 cm de hauteur associé à un photomultiplicateur 54 A. V. P. Le cristal est protégé du fond de rayonnement parasite par 2 cm de cuivre (sauf en direction de la cible) 1 cm de paraffine borée et 5 cm de paraffine. Le scintillateur était en général placé à 90° de la direction du faisceau incident et aussi près que possible de la cible ; l'ouverture angulaire était alors de 60° .

FIG. 3. — Spectre γ , cible ^{12}C .

Nous avons représenté (fig. 3) le spectre obtenu dans ces conditions avec la cible de carbone, ainsi que le fond en l'absence de cible. La bosse principale du spectre est due aux photons de désexcitation du niveau de 15,1 MeV de ^{12}C qui se désexcite presque entièrement par émission de γ . Nous avons aussi représenté le spectre γ en coïncidence avec les

protons diffusés à 10° d'énergie correspondant à l'excitation du niveau de 15,1 MeV. La forme et la position de la raie ainsi obtenue nous ont servi d'étalons pour les photons de la résonance géante. Nous avons adopté pour le facteur « efficacité angle solide » du détecteur γ la valeur de 2 %, représentant 70 % de la valeur calculée pour tenir compte du fait qu'on dénombre les impulsions qui se trouvent dans une bande de 4 MeV à partir de l'énergie maximum de la raie.

Le dispositif électronique, schématisé figure 4,

FIG. 4.

a été mis au point par M. Corbé, au Service Électronique du Laboratoire et sera décrit en détail ultérieurement. On analyse le spectre de photons en coïncidences avec les protons traversant le télescope et ayant une énergie convenable. Un circuit de coïncidence de temps de résolution $2 \cdot 10^{-8}$ s entre les deux détecteurs INa(Tl) permet de réduire les coïncidences fortuites. Un seuil réglable placé sur les voies linéaire et rapide de détection des γ limite le nombre d'impulsions admises. Le seuil adopté a été de 8 MeV.

Le synchrocyclotron fonctionnant en multifaisceaux avec un temps d'occupation de l'ordre de 0,25, nous avons admis dans le scintillateur INa(Tl) du télescope jusqu'à 10 000 protons-seconde et 3 000 impulsions-s d'énergie supérieure à 8 MeV dans le détecteur γ . On observait alors par heure de l'ordre de 10 coïncidences vraies entre protons et γ cherchés pour 4 coïncidences fortuites.

Les résultats obtenus en supposant une distribution isotrope des γ sont donnés dans le tableau suivant pour ^{12}C et ^{16}O . Nous avons aussi indiqué les sections efficaces différentielles de diffusion élastique et inélastique des protons qui nous ont servi pour le calcul de $\frac{d\sigma_{pp'\gamma}}{d\Omega}$ et de $\frac{d\sigma_{pp'\gamma}}{d\Omega} / \frac{d\sigma_{pp'}}{d\Omega}$ (p' protons diffusés d'énergie correspondant à l'excitation des niveaux au voisinage de la résonance).

Pour avoir une indication sur le sens de l'anisotropie de la distribution angulaire des γ , nous avons fait une mesure de coïncidences $p'\gamma$, les protons étant diffusés à 10° et les γ détectés à 120° de la direction du faisceau incident. Le nombre de γ détectés à cet angle est au plus égal à celui détecté à 90° .

Dans les mesures faites à 25° nous n'avons pas

détecté, à la précision permise par les erreurs statistiques, de photons d'énergie supérieure à 20 MeV aussi bien pour ^{12}C que pour ^{16}O . Par contre à 10° , avec cible de ^{12}C les photons avaient une énergie allant jusqu'à 22 à 23 MeV. Ceci semblerait indiquer que les niveaux excités par diffusion des protons à 10° et 25° ne sont pas totalement les mêmes.

CIBLE	$\theta_{\text{diff } p'}$	$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{elas}}^{\text{mb/ster}}$	$\frac{d\sigma_{pp'\gamma}}{d\Omega} \text{ mb/ster}$	$\frac{d\sigma_{pp'}}{d\Omega} / \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\text{elas}}$	$\frac{d\sigma_{pp'\gamma}}{d\Omega} / \frac{d\sigma_{pp'}}{d\Omega}$
^{12}C	10°	320 [7]	$(13 \pm 4) 10^{-3}$	0,033 [1]	$(1,3 \pm 0,4) 10^{-3}$
^{12}C	10°	320 [7]		0,008 [7]	$(5,3 \pm 1,5) 10^{-3}$
^{12}C	25°	8,2 [7]	$(4,8 \pm 2) 10^{-3}$	0,25	$(2,3 \pm 1) 10^{-3}$
^{16}O	25°	7,25 [1]	$(3 \pm 2,2) 10^{-3}$	0,37 [1]	$(1,1 \pm 0,8) 10^{-3}$

RÉFÉRENCES

- [1] TYRÉN (H.) et MARIS (Th. A. J.), *Nuclear Physics*, 1957, **3**, 52 ; 1957, **4**, 277 ; 1958, **6**, 82 ; 1958, **6**, 446 ; 1958, **7**, 24 ; 1958, **7**, 281.
- [2] MARIS (Th. A. J.) et TYRÉN (H.), *Nuclear Physics*, 1957, **3**, 35.
- [3] KAWAI (M.) et TERASAWA (T.), *Progr. Theor. Phys.*, 1959, **22**, 513.
- [4] GEMMEL (D. S.), MORTON (A. H.) et TITTERTON (E. W.), *Nuclear Physics*, 1959, **10**, 33.
- [5] GOVE (H. E.), LITHERLAND (A. E.) et BATCHELOR (R.), *Phys. Rev., Letters*, 1959, **3**, 177.
- [6] COHEN (G. S.), FISHER (P. S.) et WARBURTON (E. K.), *Phys. Rev., Letters*, 1959, **3**, 433.
- [7] GARRON (J. P.), JACMART (J. C.), MASSONNET (L.), RIOU (M.) et RUHLA (C.), *J. Physique Rad.*, à paraître.