

PREMIER MINISTRE

COMMISSARIAT A
L'ÉNERGIE ATOMIQUE

EFFETS COLLECTIFS DANS ^{17}F et ^{19}Ne

par

P. LEHMANN, A. LEVEQUE, T. GRJEBINE et BARLOUTAUD

Rapport CEA n° **1221**

1959

CENTRE D'ÉTUDES
NUCLÉAIRES DE SACLAY
SERVICE DE DOCUMENTATION
Boite postale n° 2 - Gif-sur-Yvette (S.-et-O.)

LEHMANN P., LEVEQUE A., GRJEBINE T. et BARLOUTAUD R.

Rapport CEA n° 1221

Effets collectifs dans ^{17}F et ^{19}Ne .

Sommaire. — Les périodes des transitions quadropolaires $^{17}\text{F} 1/2+ \rightarrow 5/2+$ et $^{19}\text{Ne} 5/2+ \rightarrow 1/2+$ ont été mesurées et sont compatibles avec le modèle d'un couplage faible entre cœur et nucléons extérieures.

1959

4 pages

LEHMANN P., LEVEQUE A., GRJEBINE T., BARLOUTAUD R.

Report CEA n° 1221

Collective effects in ^{17}F and ^{19}Ne .

Summary. — The quadrupolar transition periods $^{17}\text{F} 1/2+ \rightarrow 5/2+$ and $^{19}\text{Ne} 5/2+ \rightarrow 1/2+$ have been measured, and are compatible with the model of a weak coupling between core and external nucleons.

1959

4 pages

EXTRAIT DES
COMPTES RENDUS DU CONGRÈS INTERNATIONAL
DE
PHYSIQUE NUCLÉAIRE

INTERACTIONS NUCLÉAIRES AUX BASSES ÉNERGIES
ET STRUCTURE DES NOYAUX

PARIS — 7-12 JUILLET 1958

COMMUNICATION PRÉSENTÉE PAR

P. LEHMANN, A. LÉVÊQUE, T. GRJEBINE et R. BARLOUTAUD

DUNOD
PARIS
1959

EFFETS COLLECTIFS DANS ^{17}F ET ^{19}Ne

par

P. LEHMANN, A. LÉVÊQUE, T. GRJEBINE et R. BARLOUTAUD
Section des Réactions Nucléaires à Basse Energie
C. E. N. Saclay, France

RÉSUMÉ

Les périodes des transitions quadrupolaires $^{17}\text{F } 1/2 \rightarrow 5/2$ et $^{19}\text{Ne } 5/2 \rightarrow 1/2$ ont été mesurées et sont compatibles avec le modèle d'un couplage faible entre cœur et nucléons extérieurs.

Introduction

Les calculs fondés sur le couplage intermédiaire rendent bien compte des niveaux pairs d'énergie des noyaux qui suivent immédiatement ^{16}O [1, 2]. On sait toutefois que la rapidité de la transition $E2$ entre les niveaux $5/2 +$ et $1/2 +$ de ^{17}O [3] ainsi que la valeur élevée du moment quadrupolaire de ^{17}O , récemment remesuré [4, 5], indiquent l'existence de mouvements collectifs du cœur ^{16}O négligés dans les calculs précédents.

BOHR et MOTTELSON [6] expliquent ces résultats en introduisant des oscillations quadrupolaires du cœur faiblement couplées au nucléon extérieur ; l'effet de celles-ci sur la transition $E2$ dans le cas d'un couplage faible, équivaut à l'addition d'une « charge effective » à chaque nucléon extérieur au cœur ; cette charge effective est donnée par la formule :

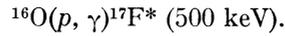
$$e' = \frac{3}{4\pi} Z' e \frac{k}{c_2'} \left(\frac{R_0}{R} \right)^2$$

où Z' et c_2' sont respectivement la charge et la tension de surface du cœur, R étant le rayon de la particule extérieure.

Le moment quadrupolaire de l'état fondamental de ^{17}O est également fonction de ce paramètre k/c_2' . La valeur expérimentale la plus précise [5] conduit à une charge effective de $0,37 \pm 0,04$ charge électronique. Il était intéressant, pour vérifier les prédictions théoriques, de voir si la même valeur de charge effective permettait de rendre compte de la transition $E2$ entre le niveau $1/2 +$ à 500 keV et l'état fondamental de ^{17}F .

Mesure de la période du premier état excité de ^{17}F

Nous avons mesuré cette quantité par la méthode des coïncidences différées, en utilisant la réaction



Cette réaction a une section efficace de quelques microbarns ; nous avons donc augmenté au maximum le taux de comptage du rayonnement γ continu et réduit le bruit de fond.

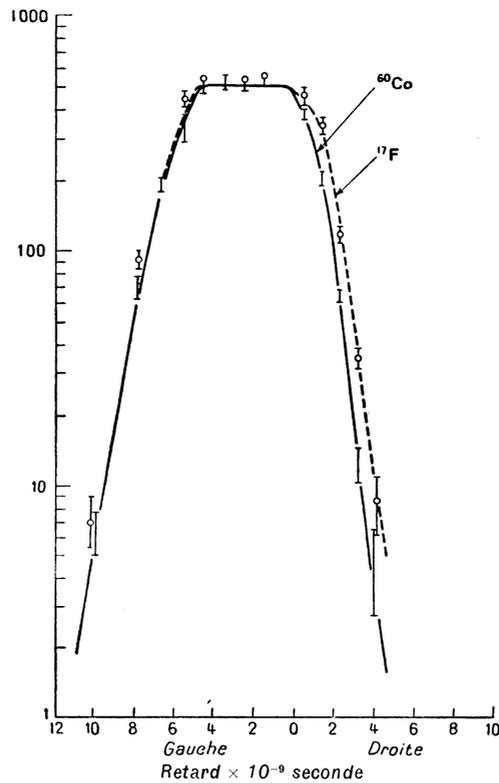


FIG. 1.

Un faisceau de protons de $15 \mu\text{A}$, provenant du générateur électrostatique de 2 MeV a été utilisé ; la cible était constituée d'une feuille de tantale oxydée par chauffage ; l'épaisseur de la couche d'oxyde était d'une centaine de keV pour l'énergie de protons utilisée. Le rayonnement γ était détecté par des cristaux de NaI(Tl) de $3,75 \text{ cm} \times 3,75 \text{ cm}$ associés à des photomultiplicateurs EMI 6097. L'électronique associée à ces photomultiplicateurs, en particulier le système rapide-lent, a été décrite par ailleurs.

La figure 1 montre les courbes de coïncidences instantanées et différées relevées simultanément, pour éviter les dérives. La période de la transition a été tirée de ces résultats en utilisant la méthode de BAY [7] ; la valeur obtenue est :

$$T = (2,5 \pm 0,7) \cdot 10^{-10} \text{ s.}$$

Le rapport des périodes mesurées pour les deux transitions miroirs :

$$\frac{T_{17F}}{T_{17O}} = 1,4 \pm 0,7$$

est difficilement compatible avec l'hypothèse de transitions de particule qui donnerait 0,5 en tenant compte des effets dus au recul du noyau. Par contre, dans l'hypothèse du couplage faible, en utilisant la valeur de charge effective $0,37 \pm 0,04$ tirée de la mesure du moment quadrupolaire, on trouve :

$$\frac{T_{17F}}{T_{17O}} = 1,18 \pm 0,27$$

compatible avec la valeur expérimentale.

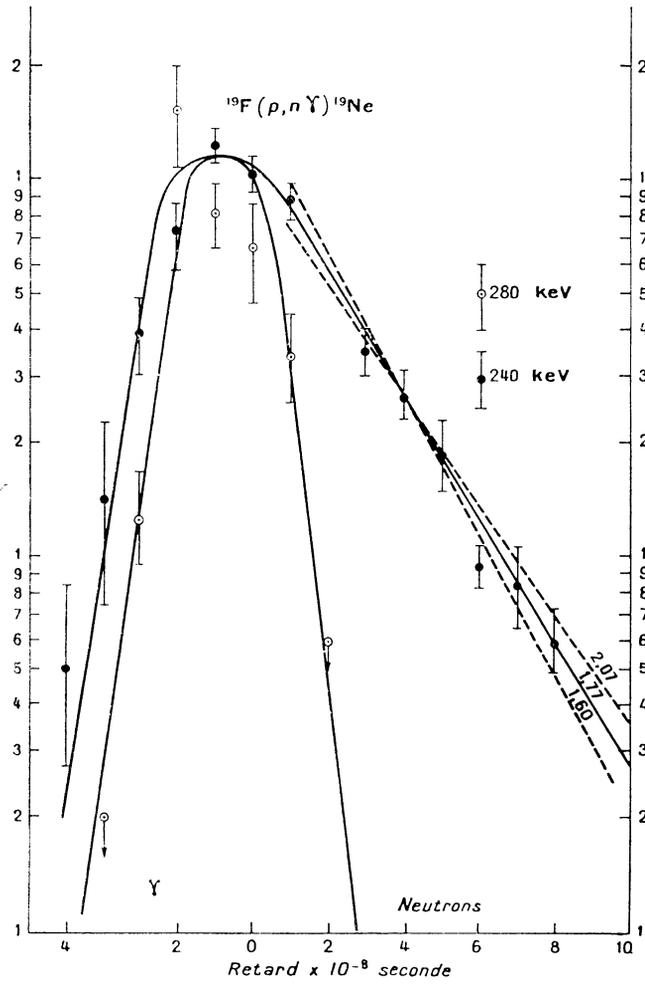
Transition quadrupolaire dans ^{19}Ne

FLOWERS et ELLIOTT ont rendu compte de la période de la transition quadrupolaire dans ^{19}Ne entre l'état à 197 keV et l'état fondamental en ajoutant à la charge de chacun des trois nucléons extérieurs au cœur la « charge effective » $0,5 e$. La question se posait donc de savoir si la transition miroir dans ^{19}Ne pouvait également s'expliquer ainsi.

Nous avons donc cherché à mettre en évidence les rayonnements γ de désexcitation des premiers niveaux excités de ^{19}Ne . La réaction $^{19}\text{F}(p, n)^{19}\text{Ne}^*$ a été utilisée ; les trois premiers niveaux avaient été mis en évidence par MARION, BONNER et COOK [8] en détectant les seuils de neutrons thermiques dans cette réaction ; les rayonnements γ correspondants n'apparaissent pas dans le spectre direct où ils se trouvaient masqués par les rayonnements provenant de la diffusion inélastique sur ^{19}F . Ils ont toutefois été observés en coïncidence avec les neutrons issus de la réaction (p, n) . L'énergie de l'accélérateur électrostatique de Saclay, utilisé dans ces expériences, était de 4,8 MeV ; les neutrons peu énergiques issus de la réaction étaient détectés par un scintillateur plastique de 5 cm d'épaisseur. Des rayonnements γ de 242 ± 5 keV et 281 ± 8 keV sont apparus en coïncidence, en bon accord avec les valeurs de MARION. Les courbes de coïncidences différées obtenues sont reproduites sur la figure 2. La période de la transition $E2$ de 240 keV est de $(1,8 \pm 0,2)10^{-8}$ s.

Les calculs de couplage intermédiaire de J. P. ELLIOTT où ce dernier utilise une charge effective de $0,5 e$ conduisent à une valeur de $2 \cdot 10^{-8}$ s ; l'accord est donc excellent.

Remarquons que ces résultats n'excluent pas, dans le cas de ^{19}Ne , l'interprétation des résultats par un modèle collectif avec couplage fort telle qu'elle a été donnée dans le cas de ^{19}F par PAUL [9] et RAKAVY ; toutefois, cette expli-



cation, qui fait intervenir des mélanges d'états de K différents, ne pourrait être donnée que si l'on connaissait expérimentalement les états de plus grande énergie de ^{19}Ne .

Ce travail a été effectué sous la direction de M. COTTON ; nous tenons à remercier MM. QUIDORT et PICOU pour l'aide qu'ils nous ont apportée, ainsi que les équipes qui ont conduit les accélérateurs de 2 et 5 MeV.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J. P. ELLIOTT et B. H. FLOWERS, *Proc. Roy. Soc.*, A **229**, 536 (1955)
- [2] M. G. REDLICH, *Phys. Rev.*, **99**, 1427 (1955).
- [3] J. THIRION et V. L. TELEGI, *Phys. Rev.*, **92**, 1253 (1953).
- [4] M. J. STEVENSON et C. H. TOWNES, *Phys. Rev.*, **107**, 635 (1957).
- [5] KAMPER, LEA et LUSTIG, cités par AMADO, *Proc. Phys. Soc.*, A **70**, 532 (1957).
- [6] A. BOHR et B. R. MOTTELSON, *Dan. Mat. Fys. Medd.*, **27**, n° 16, (1953).
- [7] Z. BAY, *Phys. Rev.*, **78**, 490 (1950).
- [8] J. B. MARION, T. W. BONNER et C. F. COOK, *Phys. Rev.*, **100**, 91 (1955).
- [9] E. B. PAUL, *Phil. Mag.*, **2**, 311 (1957).