



**HAL**  
open science

## Étude de la configuration $(d5/2)25+$ dans $^{22}\text{Na}$ et $^{24}\text{Na}$

E. Labie, P. Leleux, P.C. Macq

► **To cite this version:**

E. Labie, P. Leleux, P.C. Macq. Étude de la configuration  $(d5/2)25+$  dans  $^{22}\text{Na}$  et  $^{24}\text{Na}$ . Journal de Physique Lettres, Edp sciences, 1975, 36 (1), pp.1-3. 10.1051/jphyslet:019750036010100 . jpa-00231141

**HAL Id: jpa-00231141**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00231141>**

Submitted on 1 Jan 1975

**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.

Classification  
Physics Abstracts  
4.370

## ÉTUDE DE LA CONFIGURATION $(d_{5/2})_{5+}^2$ DANS $^{22}\text{Na}$ ET $^{24}\text{Na}$ (\*)

E. LABIE (\*\*), P. LELEUX (\*\*\*) et P. C. MACQ

Institut de Physique Corpusculaire, Université Catholique de Louvain  
2, Chemin du Cyclotron, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

(Reçu le 29 août 1974, révisé le 14 octobre 1974)

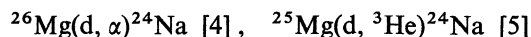
**Résumé.** — Les réactions  $^{20,22}\text{Ne}(\alpha, d)^{22,24}\text{Na}$  ont été étudiées à 21,5 MeV. Chaque réaction excite préférentiellement un niveau de configuration principale  $(d_{5/2})_{5+}^2$  que nous situons à  $(1,529 \pm 0,006)$  MeV dans  $^{22}\text{Na}$  et à  $(1,500 \pm 0,008)$  MeV dans  $^{24}\text{Na}$ . Des ajustements en ondes distordues ont été effectués ; ces deux niveaux sont caractérisés par  $L = 4$ .

**Abstract.** — The  $^{20,22}\text{Ne}(\alpha, d)^{22,24}\text{Na}$  reactions have been studied at 21.5 MeV. Strongly excited levels are located at  $(1.529 \pm 0.006)$  MeV in  $^{22}\text{Na}$ , and at  $(1.500 \pm 0.008)$  MeV in  $^{24}\text{Na}$ , which we attribute to the principal configuration  $(d_{5/2})_{5+}^2$ . DWBA adjustments have been performed ; both levels of interest are characterized by  $L = 4$ .

**1. Introduction.** — La réaction  $(\alpha, d)$  a été utilisée à Berkeley [1] pour l'étude des états à deux particules fortement corrélées de quelques noyaux de la couche s-d. Nous avons repris et poursuivi cette étude au cyclotron à énergie fixe de l'Université de Louvain, à l'énergie incidente de 21,5 MeV. Nous avons réalisé les réactions  $^{20}\text{Ne}(\alpha, d)^{22}\text{Na}$  et  $^{22}\text{Ne}(\alpha, d)^{24}\text{Na}$ , la première ayant déjà été effectuée à l'énergie de 44,5 MeV [2].

**2. Méthode expérimentale.** — La cible gazeuse contient, soit du Ne naturel, à la pression de  $380 \pm 1$  mm Hg, soit du  $^{22}\text{Ne}$  enrichi à 98,95 %, à la pression de  $137 \pm 14$  mm Hg ; elle est fermée par une fenêtre d'entrée en Havar de  $4 \text{ mg/cm}^2$ , et une fenêtre de sortie en Mylar de  $0,9 \text{ mg/cm}^2$ . La résolution angulaire est de  $1,7^\circ$ . Les particules diffusées sont détectées dans un télescope  $\Delta E - E$  de deux jonctions au silicium à barrière de surface, respectivement de  $55 \mu\text{m}$  et  $1 \text{ mm}$  d'épaisseur. Un ordinateur PDP-9 travaillant en ligne calcule la fonction d'identification  $(E + \Delta E - C \Delta E + E_0) \Delta E$  où  $C$  et  $E_0$  sont des paramètres ajustés pour obtenir la meilleure séparation en masse (qui était  $0,4 \text{ u. m. a.}$  pour  $C = 1$  et  $E_0 = 3,84 \text{ MeV}$ ). Les distributions angulaires ont été prises entre  $12,5^\circ$  et  $80^\circ \text{ lab.}$  pour la réaction  $^{20}\text{Ne}(\alpha, d)^{22}\text{Na}$ , entre  $15^\circ$  et  $85^\circ \text{ lab.}$  pour la réaction  $^{22}\text{Ne}(\alpha, d)^{24}\text{Na}$ . La résolution moyenne en énergie était de  $290 \text{ keV}$ . Les spectres expérimentaux ont été ajustés par un programme de recherche en gaussiennes.

**3. Résultats.** — Nous avons observé des niveaux de  $^{22}\text{Na} (^{24}\text{Na})$  jusque  $1,97 (4,2) \text{ MeV}$  d'excitation. Dans chaque noyau final, un niveau est excité de façon préférentielle dans le domaine angulaire considéré : nous le localisons à  $(1,529 \pm 0,006) \text{ MeV}$  dans  $^{22}\text{Na}$ , et à  $(1,500 \pm 0,008) \text{ MeV}$  dans  $^{24}\text{Na}$ . Le premier est de spin et parité  $5^+$  [3] ; il est également excité très fortement dans la réaction  $^{20}\text{Ne}(\alpha, d)^{22}\text{Na}$  à  $44,5 \text{ MeV}$  [2] et il a été proposé comme candidat à la configuration privilégiée  $(^{20}\text{Ne} \times (d_{5/2})_{5+}^2)_{5+}$ , dans le cadre de la systématique des niveaux  $5^+$  des noyaux impair-impair de la couche s-d, atteints par la réaction  $(\alpha, d)$  sur des cibles de type pair-pair. Le niveau que nous observons à  $1,500 \text{ MeV}$  dans  $^{24}\text{Na}$  se situe bien parmi les niveaux  $5^+$  décrits ci-dessus (Fig. 1). Dans nos spectres expérimentaux, sa largeur ( $280 \text{ keV}$ ) est comparable à celle des niveaux isolés et attribués avec certitude (l'état fondamental de  $^{24}\text{Na}$  p. ex.) et aucune contribution du triplet de niveaux centré à  $1,345 \text{ MeV}$  n'est visible. Il a été observé également dans les réactions



et  $^{26}\text{Mg}(d, \alpha\gamma)^{24}\text{Na}$  [6] ; dans cette dernière réaction, l'analyse de la corrélation angulaire  $\alpha\text{-}\gamma$  conduit à des valeurs de spin  $J = 3$  ou  $5$ . Par contre, ce niveau n'est pas excité dans la réaction de simple strippage  $^{23}\text{Na}(d, p)^{24}\text{Na}$  [7], ni dans la capture radiative  $^{23}\text{Na}(n, \gamma)^{24}\text{Na}$  [8].

**4. Analyse.** — Glaudemans (\*) [9] a calculé des fonctions d'onde de  $^{22}\text{Na}$  et  $^{24}\text{Na}$  par diagonalisation

(\*) Recherche subsidiée par l'I. I. S. N.

(\*\*) Chercheur I. I. S. N.

(\*\*\*) Aspirant F. N. R. S.

(\*) GLAUDEMANS, P. W. M., Communication privée.

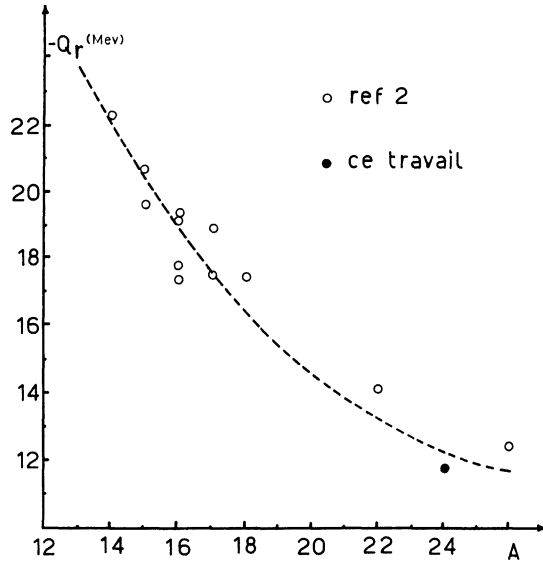


FIG. 1. — Chaleur de réaction des états  $(d_{5/2})_{5+}^2$  en fonction du nombre de masse du noyau résiduel.

d'un hamiltonien effectif phénoménologique sur l'espace vectoriel des couches  $d_{5/2}$  et  $s_{1/2}$ , autour d'un cœur de  $^{16}\text{O}$ . Les 18 paramètres (2 énergies de liaison et 16 éléments de matrice de l'interaction résiduelle) sont ajustés en vue de reproduire les énergies de 80 niveaux connus des noyaux de masse  $A \geq 20$ , avec  $N, Z \leq 14$ . Le premier niveau de spin 5 prévu théoriquement se situe à 2,35 MeV dans  $^{22}\text{Na}$  et à 1,84 MeV dans  $^{24}\text{Na}$ . Nous avons extrait des fonctions d'onde de ces deux niveaux, les configurations où deux particules dans la couche  $d_{5/2}$  se couplent avec  $J$  maximum autour d'un cœur formé du noyau-cible correspondant.

Utilisant le modèle de Glendenning [10], nous avons pu ensuite estimer les amplitudes de structure  $G_{\text{NLSJT}}$ , puis les pseudo-facteurs spectroscopiques  $\xi_L$  que nous présentons normalisés à celui de l'état  $5^+$  de  $^{18}\text{F}$  (1,119 MeV), calculé de la même manière (Tableau I). On constate l'effet de la décroissance de la composante pure à deux particules quand on s'avance dans la couche s-d.

TABLEAU I

Pseudo-facteurs spectroscopiques  $\xi_L$  calculés

$^{18}\text{F}$ ( $5^+$ , 1,119 MeV) :	1,000
$^{22}\text{Na}$ ( $5^+$ , 1,529 MeV) :	0,025
$^{24}\text{Na}$ ( $5^+$ , 1,500 MeV) :	0,006

Nous avons enfin utilisé le programme DWUCK [11] pour effectuer des ajustements aussi bien de nos données, que celles du niveau  $5^+$  de  $^{18}\text{F}$  atteint par la réaction  $^{16}\text{O}(\alpha, d)^{18}\text{F}$  à 40,5 MeV [12]. Les amplitudes de structure  $G_{\text{NLSJT}}$  sont celles calculées ci-dessus. Aucun rayon de coupure n'est introduit. Les potentiels optiques des voies d'entrée et de sortie sont repris au tableau II. Deux conclusions se dégagent des ajustements (Fig. 2) :

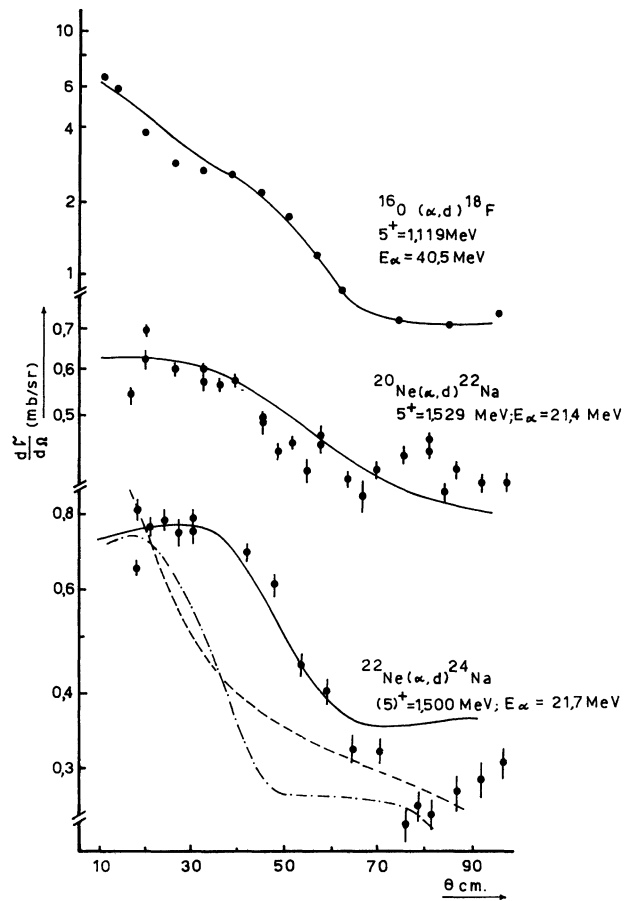


FIG. 2. — Distributions angulaires et ajustements en DWBA ( $L = 4$ ) de  $^{16}\text{O}(\alpha, d)^{18}\text{F}$  ( $5^+$ , 1,119 MeV) à 40,5 MeV [12] et de  $^{20,22}\text{Ne}(\alpha, d)^{22,24}\text{Na}$  ( $5^+$ , 1,529 et 1,500 MeV) à 21,4 MeV [ce travail]. Dans le dernier cas, en plus de l'ajustement réalisé avec  $L = 4$  (courbe continue) sont jointes les deux courbes calculées avec  $L = 2$  (trait discontinu) et  $L = 0$  (trait-point).

i) Les niveaux ajustés sont caractérisés par un moment angulaire transféré  $L = 4$ . Le niveau à 1,500 MeV de  $^{24}\text{Na}$  ne peut être que  $3^+$ ,  $4^+$  ou  $5^+$

TABLEAU II

Potentiels optiques utilisés dans les ajustements

Réaction	Voie	$V$ (MeV)	$r_0$ (fm)	$a_0$ (fm)	$W_v$ (MeV)	$W_s$ (MeV)	$r'_0$ (fm)	$a'_0$ (fm)	$r_c$	Réf.
$^{16}\text{O}(\alpha, d)^{18}\text{F}$	$\alpha$	190	1,45	0,55	17	—	1,45	0,55	1,52	[13]
	d	79,6	1,16	0,82	—	15,4	1,58	0,61	1,30	[14]
$^{20,22}\text{Ne}(\alpha, d)^{22,24}\text{Na}$	$\alpha$	195	1,32	0,60	9,3	—	1,60	0,49	1,40	[15]
	d	94	1,03	0,81	7,5	—	2,18	0,56	1,30	[14]

ce qui confirme les mesures de corrélation angulaire  $\alpha - \gamma$  de la référence [6] ; son excitation préférentielle dans les spectres expérimentaux et son énergie d'excitation se situant dans la systématique des niveaux  $5^+$  (Fig. 1) nous conduisent à proposer pour ce niveau la configuration dominante  $(d_{5/2})^2$  et le spin  $5^+$ .

ii) La sélectivité de la population de la configuration

$(d_{5/2})^2_{5+}$ , plus faible qu'à 44,5 MeV est cependant bien marquée pour les niveaux de 1,529 MeV et 1,500 MeV de  $^{22}\text{Na}$  et  $^{24}\text{Na}$  respectivement ; les sections efficaces de formation intégrées sur le domaine angulaire exploré dominant les spectres moyens d'un facteur trois environ. Ce rapport d'intensité est bien rendu par le calcul des pseudo-facteurs spectroscopiques.

### Bibliographie

- [1] RIVET, E. J. M., Ph. D. Thesis, UCRL 11341 (1974).
- [2] LU, C. C., ZISMAN, M. S. and HARVEY, B. G., *Phys. Rev.* **186** (1969) 1086.
- [3] OLNESS, J. W., HARVIS, W. R., PAUL, P. and WARBURTON, E. K., *Phys. Rev. C* **1** (1970) 958.
- [4] JAHR, R., PFLEGER, J. A. H. and ZELL, H., *Phys. Lett.* **25B** (1967) 113.
- [5] KRÄMER, E., MAIRLE, G. and KASCHL, G., *Nucl. Phys. A* **165** (1971) 353.
- [6] KEVERLING BUISMAN, A. S., SMITH, Ph. B., SMULDERS, P. J. M. and GRUPPELAAR, H., *Nucl. Phys. A* **176** (1971) 161.
- [7] DAUM, C., *Nucl. Phys.* **45** (1963) 273 et **51** (1964) 244.
- [8] NICHOL, L. W., COLENBRANDER, A. H. and KENNETT, T. J., *Can. J. Phys.* **47** (1969) 953.
- [9] WILDENTHAL, B. H., MCGRORY, J. B., HALBERT, E. C. and GLAUDEMANS, P. W. M., *Phys. Lett.* **26B** (1968) 692.
- [10] GLENDENNING, N. K., *Phys. Rev.* **137** (1965) B 102.
- [11] KUNZ, P. D., Université du Colorado, rapport n° 600-535-606.
- [12] MANGELSON, N. F., HARVEY, B. G. and GLENDENNING, N. K., *Nucl. Phys. A* **119** (1968) 79.
- [13] ARTEMOV, K. P., GOL'BERG, V. A., ISLAMOV, B. I. and RUDAKOV, V. P., *Sov. Journ. Nucl. Phys.* **12** (1971) 130.
- [14] DEHNHARD, D. and HINTZ, N. M., *Phys. Rev. C* **1** (1970) 460.
- [15] GARRETT, J. D., MIDDLETON, R. and FORTUNE, H. T., *Phys. Rev. C* **2** (1970) 1243.