



## Section efficace de la réaction $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$ entre 16,5 et 22,5 MeV

E. Delacroix, E. Labie, J. Lega, P.C. Macq

### ► To cite this version:

E. Delacroix, E. Labie, J. Lega, P.C. Macq. Section efficace de la réaction  $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$  entre 16,5 et 22,5 MeV. Journal de Physique, 1973, 34 (2-3), pp.175-177. 10.1051/jphys:01973003402-3017500 . jpa-00207368

**HAL Id: jpa-00207368**

**<https://hal.science/jpa-00207368v1>**

Submitted on 4 Feb 2008

**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.



HAL Authorization

· Classification  
 Physics Abstracts  
 12.37

## SECTION EFFICACE DE LA RÉACTION $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$ ENTRE 16,5 ET 22,5 MeV \*

E. DELACROIX (\*\*), E. LABIE (\*\*\*), J. LEGA et P. C. MACQ

Institut de Physique Corpusculaire, Université de Louvain, B-1348 Louvain-la-Neuve

(Reçu le 27 juin 1972, révisé le 23 octobre 1972)

**Résumé.** — Nous avons mesuré la section efficace de la réaction  $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$  entre le seuil et 22,5 MeV. Cette région d'énergie est caractérisée par des remontées importantes à l'arrière dans la diffusion élastique de particules  $\alpha$  par le noyau  $^{16}\text{O}$ .

**Abstract.** — The yield of the reaction  $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$  was measured between threshold and 22.5 MeV. This range of energy is characterized by a backward enhancement of the elastic differential cross section of  $\alpha$  particles on  $^{16}\text{O}$ .

**1. Introduction.** — Plusieurs arguments ont été avancés pour expliquer la remontée à l'arrière dans la diffusion élastique de particules  $\alpha$  de quelques dizaines de MeV par des noyaux légers ( $12 < A < 50$ ). L'un d'eux est basé sur la conservation simultanée de l'énergie et du moment angulaire [1] : si aucune voie de réaction n'est ouverte pour certaines valeurs de  $L$ , la particule  $\alpha$  retourne dans la voie d'entrée pour ces ondes partielles  $L$ . Il est donc intéressant de mesurer l'importance des voies de réaction dans la région d'énergie laboratoire associée à ces remontées à l'arrière. K. A. Eberhardt [2] a d'ailleurs suggéré que, compte tenu de la contribution importante à la section efficace totale de la voie  $(\alpha, n)$ , celle-ci pouvait par sa fermeture, différencier l'allure de la section efficace de diffusion élastique à l'arrière pour des isotopes voisins. Aucune donnée n'existant à ce jour pour la réaction  $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$ , il nous a semblé utile de mesurer la section efficace de cette voie dans l'intervalle d'énergie compris entre le seuil de la réaction et 22,5 MeV, région où se manifestent d'importantes remontées à l'arrière dans la diffusion élastique de particules  $\alpha$  par le noyau  $^{16}\text{O}$ .

**2. Méthode expérimentale.** — 2.1 MESURE DE LA SECTION EFFICACE RELATIVE  $\sigma_{\text{rel}}(E)$  ENTRE 16,5 ET 22,5 MeV. — L'énergie du faisceau de 22,5 MeV ( $E_{\text{max}}$ ) du cyclotron de Louvain est dégradée jusqu'à l'énergie  $E$  par une suite de feuilles d'aluminium et d'or avant d'atteindre la cible, placée dans une cage de Faraday

avec les absorbeurs (Fig. 1). La normalisation des diverses mesures est réalisée par un intégrateur à fuite [3] qui permet d'effectuer la mesure de l'activité au temps  $t = 0$  d'arrêt de l'irradiation, quelles que soient les fluctuations d'intensité du faisceau pendant l'irradiation. L'activité du  $^{19}\text{Ne}$  formé est mesurée par la détection de ses gamma d'annihilation ; une autre signature de la réaction  $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$  est le temps de vie de 17,5 s de la désintégration  $^{19}\text{Ne}(\beta^+)^{19}\text{F}$ .

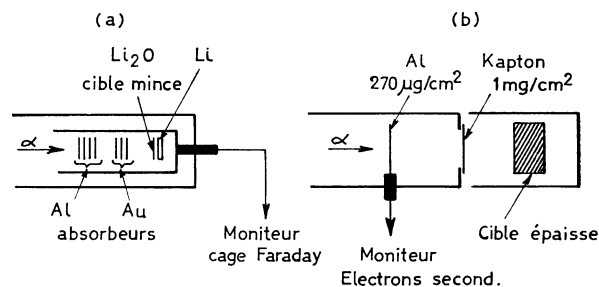


Fig. 1. — Dispositif expérimental pour a) la mesure relative et b) la mesure absolue.

L'utilisation d'une cible mince ( $\approx 1 \text{ mg/cm}^2$ ) de mylar <sup>(1)</sup> a conduit à un échec du fait du recul, hors de la cible, des noyaux  $^{19}\text{Ne}$  formés. On a dès lors utilisé un support épais de lithium recouvert d'un mince film d'oxyde de lithium ; dans ce cas, aucun émetteur  $\beta^+$  n'est formé en dehors des réactions sur l'oxygène ; ce même souci d'éviter des contaminants justifie la présence d'absorbeurs d'or entre la cible et les absorbeurs d'aluminium afin d'arrêter les produits de réactions reculant hors de ces derniers. La nature

(\*) Travail subside par l'IISN.

(\*\*) Actuellement à College of William and Mary, Williamsburg, Virginia 23185, USA.

(\*\*\*) Aspirant FNRS.

(1) Mylar =  $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_4$ .

même de la cible interdisait toute mesure absolue. La mesure  $\sigma_{rel}(E)$  a été faite à 22,6, 22,3, 22,1, 21,8, 21,5, 20,9, 20,5, 20,2, 19,9, 19,5, 19,1, 18,8, 18,1, 17,4, 16,6 et 15,9 MeV.

2.2 MESURE DU FACTEUR DE NORMALISATION. — Afin d'obtenir une mesure de la valeur absolue  $\sigma_{abs}(E)$ , une méthode d'activation avec cible épaisse a été mise au point et testée sur une cible de carbone, pour laquelle la section efficace de réaction  $\sigma_{abs}(E)$  est connue [4]. Si  $N$  représente le nombre de noyaux radioactifs formés,  $N_\alpha$  le nombre de particules  $\alpha$  incidentes,  $N_0$  le nombre de noyaux cibles par unité de volume, et  $x$  la profondeur de pénétration du faisceau dans la cible, on a :

$$N = - N_\alpha N_0 \int_{E_{seuil}}^{E_{max}} \left( \frac{dE}{dx} \right)^{-1} \sigma_{abs}(E) dE .$$

Dès lors, le facteur de normalisation à appliquer aux mesures relatives sera

$$k \equiv \frac{\sigma_{abs}(E)}{\sigma_{rel}(E)} = - \frac{N}{N_\alpha N_0} \frac{1}{\int_{E_{seuil}}^{E_{max}} \left( \frac{dE}{dx} \right)^{-1} \sigma_{rel}(E) dE} .$$

Le pouvoir d'arrêt de la cible est extrait des tables de C. Williamson *et al.* [5] ; les autres termes de cette expression sont mesurés ou connus ( $E_{max}$  = énergie incidente sur la cible épaisse).

Les cibles épaisses utilisées sont le carbone, l'eau et le mylar ; les facteurs de normalisation obtenus dans les diverses mesures sont repris dans le tableau I. La

l'accord entre ces deux valeurs prouve qu'aucune erreur importante n'a été commise dans l'évaluation des calibrations de la cage de Faraday, du détecteur, etc.

La mesure avec le carbone avait pour but de contrôler la fiabilité de la méthode utilisée ; à cette fin on consi-

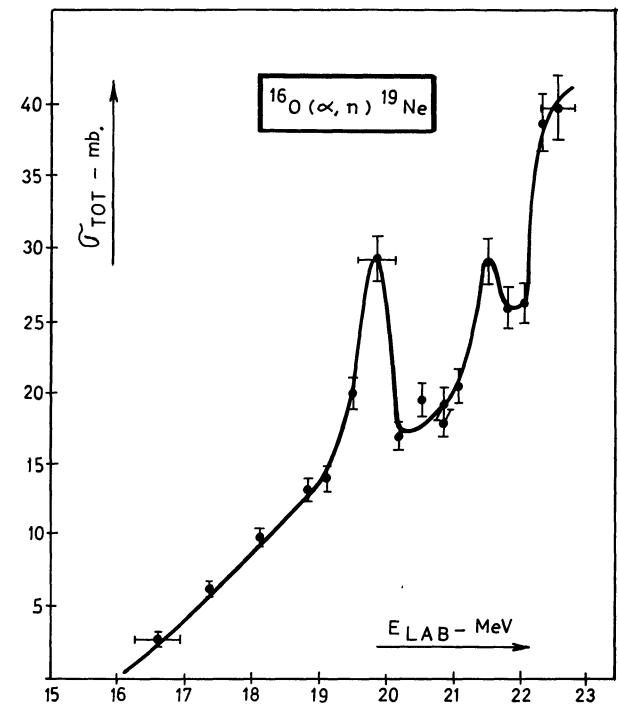


FIG. 2. — Section efficace de la réaction  $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$  en fonction de l'énergie laboratoire des particules.

TABLEAU I

Facteurs de normalisation des sections efficaces de réaction  $^{12}\text{C}(\alpha, n)^{15}\text{O}$ ,  $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$  mesuré avec diverses cibles épaisses

| Cible            | Facteur de normalisation $k$            |                                          |
|------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
|                  | $^{12}\text{C}(\alpha, n)^{15}\text{O}$ | $^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}$ |
| C                | 0,91                                    | 0,98                                     |
| H <sub>2</sub> O | —                                       | —                                        |
| Mylar            | 1,22                                    | 1,26                                     |
| Moyenne          | $1,09 \pm 0,15$                         | $(2,27 \pm 0,12) \times 10^{-27}$        |

détermination des facteurs de normalisation s'appuie sur la calibration de la cage de Faraday et du détecteur INa, la densité et la composition des cibles ; on peut se libérer d'un grand nombre d'incertitudes dues à ces divers facteurs en déterminant le rapport des facteurs de normalisation  $k$  pour  $^{15}\text{O}$  et  $^{19}\text{Ne}$  avec une cible de mylar épais ; on obtient dans ce cas

$$k[^{16}\text{O}(\alpha, n)^{19}\text{Ne}]/k[^{12}\text{C}(\alpha, n)^{15}\text{O}] = (1,67 \pm 0,12) \times 10^{-27}$$

à comparer au rapport des moyennes des mesures de  $k$  rapportées au tableau I  $(2,07 \pm 0,39) \times 10^{-27}$  ;

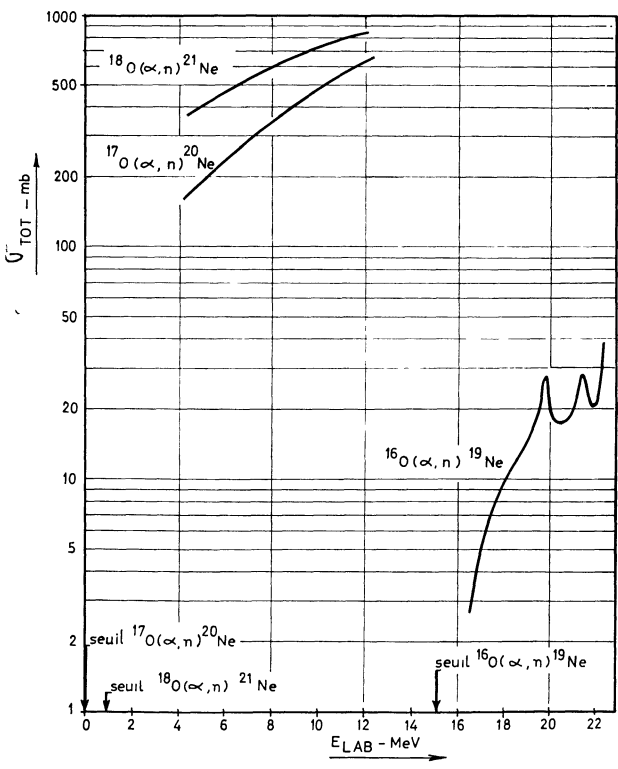


FIG. 3. — Section efficace des réactions  $(\alpha, n)$  sur les isotopes de l'oxygène dans un intervalle de quelques MeV au-dessus du seuil.

dère comme valeurs relatives les données obtenues à Stanford [4] pour la réaction  $^{12}\text{C}(\alpha, n)^{15}\text{O}$  ; les auteurs de cette mesure annoncent une erreur de  $\pm 30\%$  sur la normalisation des sections efficaces. Si on calcule cette normalisation par la méthode proposée ci-dessus, on aboutit à une valeur moyenne

$$k[^{12}\text{C}(\alpha, n)^{15}\text{O}] = 1,09 \pm 0,15$$

à comparer à la valeur publiée par Stanford de  $1,00 \pm 0,30$ . On peut conclure à la fiabilité de la mesure absolue par la méthode des cibles épaisses.

La figure 2 résume l'ensemble des résultats.

**3. Conclusions.** — 3.1 La nouvelle méthode développée pour la mesure de section efficace de réaction est fiable.

3.2 La voie neutron est faiblement alimentée lorsqu'on bombarde les noyaux  $^{12}\text{C}$  et  $^{16}\text{O}$  avec des particules  $\alpha$  dans la région de 15 à 22 MeV où se manifestent d'importantes remontées à l'arrière dans la voie élastique. Par contre les mêmes réactions  $(\alpha, n)$  sur  $^{17}\text{O}$  et  $^{18}\text{O}$  ont des sections efficaces de plusieurs centaines de millibarns quelques MeV au-dessus du seuil [6] et cette seule voie de sortie rend compte de la presque totalité de la section efficace de réaction entre les particules  $\alpha$  et ces noyaux (Fig. 3). Ces résultats sont donc en faveur des arguments avancés par Eberhardt [2], d'autant plus que de récentes mesures [7] de la diffusion élastique de particules  $\alpha$  sur  $^{18}\text{O}$  ne manifestent aucune remontée à l'arrière.

**Remerciements.** — Les auteurs tiennent à remercier MM. Chacko et Panis ainsi que les techniciens qui ont pris part à ces mesures.

#### Bibliographie

- |                                                                             |                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| [1] CHATWIN R. A. <i>et al.</i> , <i>Phys. Rev. C</i> <b>1</b> (1969) 795.  | [5] WILLIAMSON C., BOUJOT J. P., PICARD J., 1966, CEA-R 3042.              |
| [2] EBERHARDT K. A., <i>Phys. Lett.</i> <b>33 B</b> (1970) 343.             | [6] HANSEN L. F. <i>et al.</i> , <i>Nucl. Phys. A</i> <b>98</b> (1967) 26. |
| [3] SHOWDON S. C., <i>Phys. Rev.</i> <b>78</b> (1950) 299.                  | [7] OESCHLER H. <i>et al.</i> (preprint).                                  |
| [4] BLACK J. L. <i>et al.</i> , <i>Nucl. Phys. A</i> <b>115</b> (1968) 693. |                                                                            |