



Mesure des sections efficaces de quelques réactions (n, p), (n, α), (n, 2n)

M. J. Depraz, G. Legros, M. R. Salin

► To cite this version:

M. J. Depraz, G. Legros, M. R. Salin. Mesure des sections efficaces de quelques réactions (n, p), (n, α), (n, 2n). Journal de Physique et le Radium, 1960, 21 (5), pp.377-379. 10.1051/jphys-rad:01960002105037701 . jpa-00236270

HAL Id: jpa-00236270

<https://hal.science/jpa-00236270>

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.

MESURE DES SECTIONS EFFICACES DE QUELQUES RÉACTIONS (n, p), (n, α), (n, 2n)Par M. J. DEPRAZ, M^{lle} G. LEGROS, M. R. SALIN,

Institut de Physique Nucléaire de Lyon.

Résumé. — On a mesuré les sections efficaces (n, p), (n, α), (n, 2n) suivantes pour des neutrons de 15 MeV : $^{27}\text{Al}(\text{n,p})\ ^{24}\text{Mg}$, 59 ± 6 mb ; $^{27}\text{Al}(\text{n},\alpha)\ ^{24}\text{Na}$, 116 ± 9 mb ; $^{56}\text{Fe}(\text{n,p})\ ^{56}\text{Mn}$, 128 ± 13 mb ; $^{54}\text{Fe}(\text{n}, 2\text{n})\ ^{53}\text{Fe}$, 7 mb ; $^{65}\text{Cu}(\text{n}, \text{p})\ ^{65}\text{Ni}$, 17 ± 4 mb ; $^{24}\text{Mg}(\text{n}, \text{p})\ ^{24}\text{Na}$, 203 ± 11 mb ; $^{65}\text{Cu}(\text{n}, 2\text{n})\ ^{64}\text{Cu}$: 869 ± 104 mb.

Abstract. — Some cross sections of (n, p), (n, α), (n, 2n) reactions have been measured for neutrons of 15 MeV : $^{27}\text{Al}(\text{n}, \text{p})\ ^{24}\text{Mg}$: 59 ± 6 mb ; $^{27}\text{Al}(\text{n}, \alpha)\ ^{24}\text{Na}$: 116 ± 9 mb ; $^{56}\text{Fe}(\text{n,p})\ ^{56}\text{Mn}$: 128 ± 13 mb ; $^{54}\text{Fe}(\text{n}, 2\text{n})\ ^{53}\text{Fe}$: 7 mb ; $^{65}\text{Cu}(\text{n}, \text{p})\ ^{65}\text{Ni}$: 17 ± 4 mb ; $^{24}\text{Mg}(\text{n}, \text{p})\ ^{24}\text{Na}$: 203 ± 11 mb ; $^{65}\text{Cu}(\text{n}, 2\text{n})\ ^{64}\text{Cu}$: 869 ± 104 mb.

1. Introduction. — Les mesures antérieures des sections efficaces (np), (n α), (n, 2n) mettent en évidence des différences importantes entre les va-

leurs expérimentales et théoriques obtenues à partir de la théorie statistique du noyau composé. Pour expliquer l'insuffisance de cette théorie, on a sug-

géré l'intervention d'autres processus tels que l'interaction directe, ou plus récemment la formation d'un noyau composé incomplet.

D'autre part, des divergences souvent grandes interviennent entre les mesures des sections efficaces données par plusieurs auteurs. Nous présentons ici les premiers résultats d'une étude systématique que nous avons entreprise sur cette question.

2. Technique expérimentale. — Les neutrons sont obtenus par la réaction $T(d, n) {}^4\text{He}$ à l'aide d'un Cockroft-Walton de 1,2 MeV. L'énergie des deutons a été prise à 300 keV avec un faisceau de 7 μA sur cible déviée. Nous avons utilisé une cible mince de titane tritié refroidie dont les caractéristiques sont les suivantes :

Poids de titane : 1,2 mg déposé sur un diamètre de 1 pouce.

Tritium adsorbé : 5,6 cm^3 dans les conditions normales.

Le moniteur de neutrons était constitué par un long compteur à BF_3 enrichi étalonné avec une source de Po-Be puis avec une source de Ra-Be dont les γ ont été discriminés et par un Emmerich étalonné par rapport au premier. Le flux est de l'ordre de $4 \cdot 10^8$ neutrons/s. L'énergie des neutrons a été déterminée au moyen d'un spectromètre à neutrons à cristal de stilbène du type Schwartz [1], elle est de l'ordre de $15 \pm 0,4$ MeV.

Cette mesure nous a permis de constater que le nombre de neutrons provenant de la réaction (D, D) sur couche autoadsorbée était parfaitement négligeable. La courbe de distribution des protons de recul ne présentait qu'un seul palier pour un comptage qui comportait le maximum de précision possible avec la capacité du sélecteur : 0,3 à 0,5 %. L'énergie des neutrons provenant de la réaction (D, D) avoisine les seuils des réactions (n, p) où les seuils sont bas. Le rendement de cette réaction est d'ailleurs très faible à 300 keV ; pour une auto-cible d'Ag il est de l'ordre de 0,8 %. De plus, le titane adsorbe très peu le deutérium. Au bout de 4 heures d'irradiation avec un faisceau de 50 μA de deutons à 300 keV le flux serait de 200 neutrons/s pour une cible épaisse [2]. On peut donc admettre beaucoup moins de 20 neutrons/s puisque nous avons une couche mince de Ti.

Les échantillons à irradier sont pris sous forme métallique électrolytiquement purs : Cu, Al, Fe, Mg. Ce sont des disques de 1,8 cm^2 d'aire et dont l'épaisseur était de 27 mg/cm^2 pour Al et un échantillon de Cu et 33 mg/cm^2 pour Fe, Mg et un autre échantillon de Cu.

Nous utilisons la méthode d'activation en plaçant en sandwich l'échantillon à étudier entre deux échantillons de Cu. L'ensemble est disposé à 1 cm de la cible. Pour déterminer les sections efficaces, nous utilisons celle de la réaction ${}^{63}\text{Cu}(n, 2n)$

${}^{62}\text{Cu}$ qui est connue avec une bonne précision :

$$\sigma = 556 \pm 28 \text{ mb} \quad [3]$$

de préférence à celle de ${}^{56}\text{Fe}(n, p) {}^{56}\text{Mn}$ qui donne lieu à quelques divergences.

L'activation β est mesurée avec un compteur à fenêtre en bout de mica inférieure à 2 mg/cm^2 . L'irradiation durait en général 1 h. L'activité des échantillons était suivie jusqu'à décroissance complète.

3. Résultats. — 3.1. ${}^{27}\text{Al}(n, p) {}^{27}\text{Mg}$. — Il y a une grande divergence dans les résultats donnés par les divers expérimentateurs. Les mesures peuvent être classées en deux groupes :

1^{er} groupe : $\sigma_{\text{exp}} < 100$

1952	Forbes	74 $\pm$ 7 %	à 14,1 MeV
1953	Paul et Clarke	52,4 $\pm$ 10 %	à 14 MeV
1957	Yasumi	87,2 $\pm$ 29 %	à 14 MeV
1957	Brown et Marion ..	55 $\pm$ 15 %	à 14 MeV
1957	Haling, Peck et Eubank	79 $\pm$ 20 %	à 14,1 MeV
1957	Haling	60	à 14,1 MeV
1959	Poularikas et Fink	53 $\pm$ 5	à 14,8 MeV

2^e groupe : $\sigma_{\text{exp}} > 100$

1957	Allan	140 $\pm$ 30
1959	Khurana	115 $\pm$ 10

section efficace théorique : 120 mb.

Nous avons trouvé la valeur 59 ± 6 mb à 15 MeV, en assez bon accord avec les mesures du 1^{er} groupe,

3.2. ${}^{27}\text{Al}(n, \alpha) {}^{24}\text{Na}$. — Diverses déterminations à 14 MeV.

			Rapport $\frac{(n, \alpha)}{(n, p)}$
1952	Forbes	135 $\pm$ 9,5 mb	1,7
1953	Paul et Clarke	79 $\pm$ 16 mb	1,5
1957	Yasumi	120 $\pm$ 14 mb	1,38
1957	Kumabe et all	95 $\pm$ 15 mb	
1957	Allan	116 $\pm$ 8 mb	0,71
1958	Grundl, Henkel et Perkins	116 $\pm$ 8,1 mb	
1958	Terrel et Holm	116 $\pm$ 8,1 mb	
1959	Khurana et Hans	111 $\pm$ 9 mb	1,04
1959	Poularikas et Fink	114 $\pm$ 7 mb	2,15

Nous avons trouvé $\sigma = 116 \pm 9$ mb ; rapport $\frac{(n, \alpha)}{(n, p)} = 1,97$. Section efficace théorique : 420 mb.

Par la comparaison directe des activités d'un

seul échantillon d'Al irradié, nous avons mesuré le rapport $\sigma(n, \alpha)/\sigma(n, p)$, il a été trouvé égal à $2,1 \pm 0,2$ en parfaite concordance avec la plus récente détermination (Poularikas). La valeur théorique de ce rapport non corrigé de l'effet pair-impair est de 1,74. Si l'on en tient compte pour la densité des niveaux, il est de 3,5.

3.3. $^{56}\text{Fe}(n, p) ^{56}\text{Mn}$. — Valeur théorique : $\sigma = 104$ mb.

Précédentes déterminations :

1952	Forbes	124 ± 10 à 14,1 MeV
1953	Paul et Clarke	97 ± 12 à 14,5 MeV
1957	Allan	190
1957	Yasumi	144 ± 19 à 14 MeV
1959	Kern, Thompson et Ferguson	131 ± 15 à 15,3 MeV

Notre valeur : $128 \text{ mb} \pm 13 \text{ mb}$.

Par comparaison directe des activités des produit des réactions

$^{56}\text{Fe}(n, p) ^{56}\text{Mn}$ et $^{54}\text{Fe}(n, 2n) ^{53}\text{Fe}$

nous avons trouvé que la section efficace de cette dernière réaction est certainement inférieure à 20 mb. Nous l'estimons sans avoir pu la mesurer avec exactitude à 7 mb en bon accord avec la seule détermination que nous ayons trouvée dans la littérature. (Allan, *Proc. Phys. Soc.*, A, 1957, **70**, 195) : 10 ± 4 mb.

3.4. $^{65}\text{Cu}(n, 2n) ^{64}\text{Cu}$. — Valeurs antérieures :

1951	Feld, Feshbach et Goldberger	$1\ 000 \pm 100$
1952	Forbes	$970 \pm 8\%$ à 14,1 MeV
1958	Rayburn	935
1959	Poularikas et Fink	954 ± 130

Valeur trouvée : 869 ± 104 mb, en assez bon accord avec la précédente. Une difficulté se présente dans cette mesure du fait que le ^{64}Cu se désintègre par 58 % en émission β et 42 % par capture électronique. Il y a donc une incertitude importante dans la détermination de l'efficacité du compteur. Par comparaison des activités d'un même échantillon de cuivre, nous avons déterminé également la section efficace de la réaction

$^{65}\text{Cu}(n, p) ^{65}\text{Ni}$

elle a été trouvée égale à 17 ± 4 mb en bon accord avec la valeur donnée par Forbes ($19 \pm 20\%$).

3.5. $^{24}\text{Mg}(n, p) ^{24}\text{Na}$. — Nous avons mesuré cette section efficace par comparaison avec la réaction $^{27}\text{Al}(n, \alpha) ^{24}\text{Na}$ en étudiant l'activité des produits jusqu'à décroissance complète. Nous avons obtenu :

$$\sigma = 203 \pm 11 \text{ mb à } 15 \text{ MeV}$$

en bon accord avec les déterminations antérieures :

1952	Paul et Clarke	220 mb à 13,3 MeV.
1956	Cohen et White ...	250 mb à 12,5 MeV
1959	Kern, Thompson et Ferguson	219 ± 26 mb à 13,3 MeV

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- | | |
|--|---|
| [1] SCHWARTZ (C.), OWEN (G. E.), Rapport NYO 2053. | [7] KUMABE (I.), TAKEHOSHI (E.), OGATA (H.), TSUNEOKA (Y.), OKI (S.), <i>Phys. Rev.</i> , 1957, 106 , 155. |
| [2] KLAUS FREBINGER, <i>Z. Ang. Physik Einsch. Nucleonik</i> , mai 1957. | [8] GRUNDL (J. A.), HENKEL (R. L.), PERKINS (B. L.), <i>Phys. Rev.</i> , 1958, 109 , 425. |
| [3] YASUMI, <i>J. Phys. Soc. (Japan)</i> , 1957, 12 , 44g. | [9] TERRELL (J.), HOLM (D. M.), <i>Phys. Rev.</i> , 1958, 109 , 2031. |
| [4] FORBES (S. G.), <i>Phys. Rev.</i> , 1952, 88 , 1309. | [10] KHURANA, (C. S.), HANS (A. S.), <i>Nucl. Phys.</i> 1959, 13 , 1. |
| [5] PAUL (E. B.) et CLARKE, <i>Canad. J. Phys.</i> , 1953, 31 , 267. | |
| [6] POULARIKAS (A.), FINK (R. W.), <i>Phys. Rev.</i> , 1959, 115 , 989. | |