

Medida da função de excitação da reação $^{65}\text{Cu}(^3\text{He},2n)^{66}\text{Ga}$

M. A. V. Bastos; U. M. Vinagre F^o; V.L. da Costa; J. C. Suita; D. L. Teixeira

INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR - CNEN/RJ

Caixa Postal: 68.550

21945-970 - Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo - Foi medida a função excitação da reação $^{65}\text{Cu}(^3\text{He},2n)^{66}\text{Ga}$. Bombardeamentos de empilhamentos de duas folhas de Cu foram feitos a várias energias utilizando-se feixes de ^3He de até 36 MeV do ciclotron CV-28 do IEN. A energia inicial do feixe de ^3He foi medida por espectrometria de partículas carregadas com detectores Si(Au) posicionados a 90° com a direção do feixe incidente. As ativações das amostras foram medidas efetuando-se espectrometria de raios gama usando-se detectores de HPGe. A função excitação medida foi comparada com as encontradas na literatura.

Abstract - The excitation function of the $^{65}\text{Cu}(^3\text{He},2n)^{66}\text{Ga}$ reaction was measured. It was performed by irradiation of several stacks of two copper foils with ^3He beam of energy up to 36 MeV from the cyclotron CV-28 of IEN. The initial energy of ^3He beam was measured by spectrometry of charged particles with Si(Au) detector, placed at 90° with respect to the incident beam. The activities were measured by gamma rays spectrometry using HPGe detector. The results are compared with others found in the literature.

Introdução

Um problema frequentemente encontrado em irradiações com aceleradores de partículas é a incerteza na quantidade de partículas do feixe que efetivamente incidem no alvo. Algumas causas destas incertezas podem derivar; do uso de um alvo menor que o feixe, do desalinhamento do feixe com o alvo, pela medida errônea (feita pelo alvo monitor de corrente) devido a partículas secundárias introduzidas dentro do feixe pela sua passagem através de uma janela e/ou colchão de ar, e pela perda de elétrons do alvo e/ou copo de Faraday¹.

Uma maneira usual de medir a corrente do feixe é feita medindo-se a ativação (para uma reação bem conhecida) de um material monitor (fino) irradiado juntamente com os alvos. Um material que se presta bem à esse fim é o cobre, uma vez que entre outras razões como boa condutividade térmica, pode ser confeccionado em folhas finas ($< 6 \text{ mg/cm}^2$) de alta pureza, e possui uma série de reações cujos produtos apresentam meias-vidas e raios gamas com energias e intensidades bem adequadas a espectrometria com detectores HPGe.

Na literatura² a reação $^{65}\text{Cu}(^3\text{He},2n)^{66}\text{Ga}$ tem sido usada como monitora em irradiações para produção de radioisótopos, no entanto a discrepância excessiva entre os resultados apresentados pelos diversos autores^{3,4,5} e compilados no INDC (NDS)-218/GZ+² justificaram novas medidas.

Neste trabalho foi então medida a função excitação da reação $^{65}\text{Cu}(^3\text{He},2n)^{66}\text{Ga}$ e comparada com os resultados encontrados na literatura.

Experimental

As irradiações foram realizadas no ciclotron de energia variável CV-28 do IEN/CNEN no Rio de Janeiro, utilizando-se feixes de ^3He de várias energias entre 16 e 36 MeV. A técnica de irradiação utilizada foi de empilhamentos de 2 folhas de Cu natural cada uma com $7,5 \mu\text{m}$ de espessura e com 99,9% de pureza. Os empilhamentos foram montados em uma câmara alvo de tal forma que a sua parte final juntamente com os alvos funcionava como um copo de Faraday. Para se evitar erros na medida da corrente devido a perda de elétrons arrancados pelo feixe, foram colocados anéis supressores de elétrons à entrada do conjunto copo de Faraday a um potencial elétrico de -300 V. Os feixes foram colimados de forma a incidir nos centros dos alvos formando um "spot" de 2 mm de diâmetro. Foram utilizadas correntes da ordem de 160nA durante intervalos de 20 minutos

A energia do feixe incidente foi medida numa câmara de espalhamento usando os valores conhecidos do Q de reações e espalhamentos em carbono e oxigênio⁶. Os espectros de partículas emitidas por alvos finos de formvar ou poliestireno foram obtidos com detectores de Si(Au) de 500 e/ou 2000 μm posicionados à 90° com relação a direção do feixe incidente⁷.

A degradação da energia do feixe nos alvos de Cu foram calculadas a partir das tabelas de Williamson *et al*⁸.

As atividades induzidas nas amostras foram medidas efetuando-se espectrometria de raios gama (durante várias meias-vidas do radionuclídeo de interesse), usando-se um detector

HPGe cuja resolução é de 1,80 keV e eficiência relativa de 20% para o $E_\gamma=1,33$ MeV do ^{60}Co . Os dados foram acumulados na memória de um computador do tipo PC acoplado a um ADC de 4K, sendo a gerência de aquisição feita pelo programa PULSAR⁹ e a análise, pelo programa QUASAR¹⁰. As calibrações de energia e eficiência foram efetuadas usando-se fontes padrões da IAEA.

A atividade do ^{66}Ga foi determinada pelo $E_\gamma=1,039$ KeV (38,0% de abundância)⁶

A atividade de final de bombardeio (EOB) foi calculada pela média das atividades de final de bombardeio¹¹, obtidas pela extrapolação ao tempo zero das atividades temporais medidas ao longo do decaimento das amostras. Usou-se nestas extrapolações a meia vida de 9,40 horas para o ^{66}Ga . O desvio padrão desta média foi tomado pelo maior valor entre os desvios internos e externos¹¹.

Resultados e Discussão

Na figura 1 apresentamos nossos resultados (apenas eles com seus erros, para não dificultar a visualização dos demais dados) comparados com os encontrados na literatura. Os erros dos nossos dados não incluem erros nas abundâncias dos raios gama.

Dentro dos erros experimentais, nossos dados de 13 a 15,3 MeV concordam com Lebowitz¹, de 15,7 a 17,4 MeV com os de Bissem³ (dentro de $1,5\sigma$) e a partir de 18 MeV com os de Bissem³ e os de Lebowitz¹. Como Golchert⁴ presume ter cometido erros grosseiros na separação radioquímica e Bryant⁵ além de usar separação radioquímica faz contagens β (com dados de decaimento desatualizados) e como nossos dados são os que apresentam o menor erro sugerimo-os para uso geral.

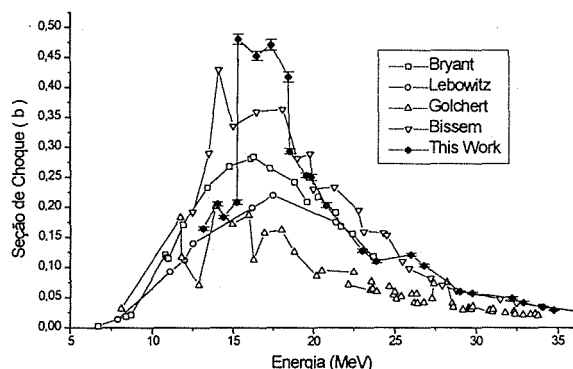


Figura 1. Função Excitação da Reação $^{65}\text{Cu}(^3\text{He},2n)^{66}\text{Ga}$

Referências

- ¹ Lebowitz, E.; Greene, M.W. An Auxiliary Cyclotron Beam Monitor, Appl. Radiation and Isotop., 21, 625 (1970).
- ² IAEA, INDC (NDS) - 218/GZ+, 95 (1989).
- ³ Bissem, H.H.; Georgi, R.; Scobel, W.; Ernst, J.; Kaba, M.; Rao, J.R.; and Strohe, H. Phys. Review C22, 1468 (1980).
- ⁴ Golchert, N.W.; Sedlet, J.; Gardner, D.G. Nucl. Phys. A 152, 419 (1970).
- ⁵ Bryant, E.A.; Cochran, D.R.F.; Knight, J.D. Phys. Review 130, 1512 (1963).
- ⁶ Browne, E.; Dairiki, J.M.; e Doeble, R.E. Table of Isotopes - Seventh Edition - Editada por Lederer, C.M. e Shirley, V.S. - John Wiley & Sons, Inc. (1978)
- ⁷ Chaudhri, M.A. Nucl. Instrum. Methods 56, 338 (1967).
- ⁸ Williamson, C.F.; Boujot, J.P. And Picard, J. Rapport CEA - R 3042 (1966)
- ⁹ Auler, L.T.; Nóbrega, J.A.W. Pulsar, um Software Interativo para Aquisição e Análise de Espectro em Computadores Pessoais - Inst. Eng. Nuclear - IEN 21 (1990).
- ¹⁰ Auler, L.T.; Nóbrega, J.A.W. QUASAR, um Programa Interativo para Análise de Espectro em Computadores Pessoais, Inst. Eng. Nuclear - IEN 27 (1990).
- ¹¹ Grigoryan, Y.I.; Sokoloskij, L.L.; and Chukreev, F.E. INDC Rep. (CCP) - 75/LN (1976).