

LABORATÓRIO ABERTO DE FÍSICA NUCLEAR

Proposta de Experimento

Nº:

Período: 1 ano

Título: Investigação de espalhamento elástico de ^7Be em alvo gasoso de ^4He .

Responsável: Valdir Guimarães e Valdir Scarduelli

e-mail: valdirg@if.usp.br

Participantes:

Grupo: Dr. Valdir Guimarães, Dra. Gayane Karapetyan, Dr. Ernesto Silvio Rossi Jr., Dr. Nikit Deshmukh, Valdir Scarduelli, Ami Deshmukh, Luisa Brack, George Scotton.

Colaboradores: Davi da Silva Monteiro (UNILA), Leandro Gasques (IFUSP), Jeremias Garcia Duarte (IFUSP), Vitor Ângelo Paulino de Aguiar (IFUSP), Erich Leistenschneider (IFUSP).

Porta Voz: Valdir Guimarães

e-mail: valdirg@if.usp.br

Número de dias solicitados: 12 dias divididos em 2 períodos (6+6).

Datas preferidas: Um período em Novembro/Dezembro 2013 e outro em Março/Abril de 2014.

Datas realmente impossíveis: Janeiro a Fevereiro 2014.

Canalização: 45° B

Feixe	Est. Carga	I _{mínima} (feixe primário)	V _{min}	V _{max}
^6Li	3	500 nA	7 MV	8 MV

Alvos: ^9Be , ^7Li , ^{197}Au , ^4He

Pastilhas:

Características de Feixe Pulsado: Não temos feixe pulsado

Continuação da Experiência já Aprovada Nº: não

Outras informações:

Essa é uma resubmissão da proposta da experiência E-83-b PAC-2012. Os dados serão para o doutorado do Valdir Scarduelli.

Investigação de espalhamento elástico de ^7Be em alvo gasoso de ^4He .

Responsável: Valdir Guimarães e Valdir Scarduelli (aluno de doutorado).

Grupo: Valdir Guimarães, Gayane Karapetyan, Nikit Deshmukh, Ernesto Silvio Rossi, Valdir Scarduelli, Luisa Brack, George Scotton.

Colaboradores: Davi da Silva Monteiro (UNILA), Leandro Gasques (IFUSP), Jeremias Garcia Duarte (IFUSP), Vitor Ângelo Paulino de Aguiar (IFUSP), Erich Leistenschneider (IFUSP).

Motivação Científica.

O projeto consiste na investigação de reações de espalhamento elástico utilizando feixes radioativos em um alvo gasoso de ^4He . Essas reações serão medidas correspondentes ao primeiro estágio do desenvolvimento de uma instrumentação necessária para se investigar reação mais complexas do tipo (α,p) , (α,n) e (p,α) de interesse astrofísico. Estamos particularmente interessados nas reações (α,p) e (α,n) induzidas por núcleos radioativos ricos em prótons ou nêutrons. Essas reações são importantes na nucleossíntese dos elementos leves em ambientes de altas temperaturas e densidades tais como no universo primordial ou em estrelas supermassivas. Medidas diretas dessas reações são importantes para descrever os modelos de evolução e geração de energia nesses ambientes. No entanto, para várias dessas reações, a medida e investigação direta nas energias de interesse astrofísico, apesar de tecnicamente possível, são muito difíceis devido a baixa seção de choque e dificuldades experimentais em se medir e detectar partículas com energias tão baixas. Portanto, métodos indiretos, tais como, estudos de dissociação coulombiana, que corresponde a reação inversa temporal da reação de captura, estudo das ressonâncias através de medidas de espalhamento com cinemática inversa ou ainda o modelo de potencial, que utiliza fatores espectroscópicos de reações de transferência para normalização da seção de choque de captura, acabam sendo de fundamental importância. Para tanto, feixes radioativos em energias próximas a barreira coulombiana são bastante convenientes para aplicação desses métodos.

Um dos métodos indiretos que tenho trabalhado, juntamente com o prof. Carlos Bertulani, é o Modelo fenomenológico de Potencial utilizado para se obter as seções de choque de reações de captura de núcleos leves radioativos [1,2]. Nesse modelo fenomenológicos de potencial a seção de choque de captura depende dos parâmetros dos potenciais de espalhamento, que descrevem o estado no contínuo, dos parâmetros dos potenciais que descrevem os estados ligados e dos factores espectroscópicos dos núcleos

envolvidos. Aplicando esse modelo pudemos estudar várias reações de captura de prótons e nêutrons. Queremos agora aplicar esse modelo para reações de captura alfa. Para tanto, precisaremos de parâmetros de potenciais que descrevam o espalhamento elástico de núcleos radioativos e/ou exóticos em alfas. Quando não dispomos de dados experimentais de espalhamento elástico para determinar os parâmetros de potencial, potenciais fenomenológicos do tipo double-folding [4] acabam sendo usados. No entanto, um teste extensivo sobre a possibilidade do uso desses potenciais para descrever o espalhamento de núcleos por prótons ou Hélio ainda não foi explorado. Assim sendo, um dos objetivos desse trabalho é estudar e testar a possibilidade de se usar o potencial double-folding de Sao Paulo [4] como potencial de espalhamento em cálculos fenomenológicos de seção de choque de captura. Com as medidas de distribuição angular de espalhamento elástico do feixe radioativos de ${}^7\text{Be}$ em alvo gasoso de ${}^4\text{He}$ poderemos verificar e testar a viabilidade de se usar tais potenciais.

Ao medirmos as partículas de ${}^4\text{He}$ em ângulos dianteiros vamos ter informações sobre a reação de transferência ${}^4\text{He}({}^7\text{Be},{}^4\text{He}){}^7\text{Be}$, também chamada reação de transferência-elástica. onde o mesmo canal de saída, que é igual ao canal de entrada, pode ser gerado ou por espalhamento elástico ou por uma transferência de ${}^3\text{He}$ ou ${}^4\text{He}$, respectivamente. A partir da análise da distribuição angular para essa reação poderemos obter o fator espectroscópico para o sistema ligado $\langle {}^7\text{Be}|{}^4\text{He}+{}^3\text{He}\rangle$ e com isso investigar a estrutura de cluster do núcleo ${}^7\text{Be}$. A estrutura de cluster desse núcleo é importante na descrição da reação ${}^3\text{He}({}^4\text{He},\gamma){}^7\text{Be}$ do ciclo p-p do Sol. Essa reação é relevante para o problema dos neutrinos solares já que compete com a reação ${}^3\text{He}({}^3\text{He},2p){}^4\text{He}$ na depredação de ${}^3\text{He}$. Há uma inconsistência no valor da seção de choque da reação ${}^3\text{He}({}^4\text{He},\gamma){}^7\text{Be}$ e a determinação do fator espectroscópico do ${}^7\text{Be}$ pode contribuir para a elucidação desse problema.

Medidas propostas

Estamos propondo numa primeira etapa medidas de uma distribuição angular para o feixe radioativo de ${}^7\text{Be}$ em alvo gasoso de ${}^4\text{He}$. Para essas medidas vamos usar a técnica de alvo fino em cinemática inversa. Com essa técnica iremos detectar as partículas espalhadas de ${}^7\text{Be}$ do feixe as partículas de recuo de ${}^4\text{He}$ do alvo com e sem coincidência. O feixe de ${}^7\text{Be}$ será produzido com o sistema RIBRAS com uma energia em torno de 25 MeV. Alvo de produção de ${}^7\text{Li}$ ou gasoso de ${}^3\text{He}$ para produzir feixe secundário de ${}^7\text{Be}$. Utilizando apenas um solenoide podemos produzir feixes de ${}^7\text{Be}$ com intensidades da ordem de 10^4 partículas/segundo. O alvo deve ter uma densidade areal de aproximadamente 0.500 mg/cm². Com essa energia, tanto as partículas espalhadas de ${}^7\text{Be}$ como as alfas de recuo podem atravessar o alvo gasoso e podem ser detectadas em ângulos entre 15 a 30 para o ${}^7\text{Be}$ e 40 a 80 graus para as alfas no caso de espalhamento elástico. Utilizaremos um conjunto de detectores formando telescópios do tipo ΔE - E ou então detectores ΔE - E do tipo strip. A densidade do alvo gasoso deverá ser controlada pela pressão e devemos utilizar uma pressão em torno de 1 atm. Já temos um alvo gasoso fino construído e um sistema de controle de pressão.

A contribuição desse trabalho será não apenas a de obter o resultado dessas reações propostas mas também a de desenvolver essa técnica para que possa ser aplicada para outros casos. Pretendemos com isso abrir uma linha de pesquisa para medidas de reações (α,p), (α,n) e (p,α) de interesse para astrofísica.

Tentamos realizar essas medidas em outras três oportunidades, em novembro de 2012, Setembro de 2013 e Outubro de 2013. Nas três oportunidades tivemos dificuldades com a fonte de íons para obter feixe primário de ${}^6\text{Li}$. Estamos considerando que vamos conseguir uma semana de máquina baseado ainda na distribuição de tempo de máquina do PAC anterior e estamos solicitando mais 6 dias de máquina para medirmos mais uma distribuição angular para o espalhamento elástico de ${}^7\text{Be}$ em alvo gasoso fino de ${}^4\text{He}$.

Estamos solicitando 6 dias de máquina.

References

- [1] V. Guimarães e C. A. Bertulani, AIP conference proceedings, vol. 1245, pg. 30. (2010).
- [2] J. T. Huang, C. A. Bertulani, V. Guimaraes, Atomic Data and Nuclear Data Table, 96 (2010) 824-847.
- [3] V. Guimaraes, et al. Phys. Rev. C 78, 034605 (2008).
- [4] L. C. Chamon et al., Phys. Rev. C 66, 014610 (2002).
- [5] R. Lichtenthaler, A. L'epine-Szily, V. Guimaraes, G. F. Lima, M. S. Hussein. Nucl. Instr. And Method.A 505 (2003) 612.
- [6] P. N. de Faria, R. Lichtenthaler, et al., Physical Review C 81, 044605 (2010).
- [7] A. Barioni, V. Guimaraes, et al., Physical Review C 80, 034617 (2009)