

LABORATÓRIO ABERTO DE FÍSICA NUCLEAR

Proposta de Experimento

Nº:

Período: 1 ano

Título: Espalhamento elástico de isótopos radioativos leves.

Responsável: Valdir Guimarães e Nikit Deshmukh

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), Alinka Lepine-Szily (IFUSP), Erich Leistenschneider (IFUSP), Dr. Djalma Mendes (UFF), Pedro Neto de Faria, Viviane Morcelle (UNIFEI).

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}
¹¹ B	4	1 micro A	7 MV	8 MV
¹⁰ B	4	1 micro A	7 MV	8 MV
¹² C	4	2 micro A	7 MV	8 MV
¹² C	5	1 micro A	7 MV	8 MV
¹³ C	4	1 micro A	7 MV	8 MV
¹³ C	5	500 n A	7 MV	8 MV

Alvos: ⁹Be, ⁷Li, ¹⁸O, ¹⁹⁷Au, ⁵⁸Ni

Pastilhas:

Características de Feixe Pulsado: Não temos feixe pulsado

Continuação da Experiência já Aprovada N°: não

Outras informações:

Essa proposta é parecida com a proposta E-104 do PAC de 2012. No entanto pode ser considerada uma nova proposta da experiência pois estamos propondo realiza-la com projéteis diferentes. Os dados serão para o projeto de Pos-doc do Dr. Nikit Deshmukh

Espalhamento elástico de isótopos radioativos leves

Responsável: Valdir Guimarães e Nikit Deshmukh (pos-doc)

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

Colaboradores: Davi da Silva Monteiro (UNILA), Alinka Lepine-Szily (IFUSP), Erich Leistenschneider (IFUSP), Djalma Mendes Jr. (UFF), Pedro Neto de Faria, Viviane Morcelle (UNIFEI).

Motivação Científica.

Uma área que tem despertado bastante interesse na Física Nuclear nos dias de hoje é a investigação da estrutura nuclear e mecanismos de reações envolvendo núcleos exóticos (núcleos ricos em prótons ou ricos em nêutrons e que estão longe do vale de estabilidade). Foram nos núcleos exóticos que surgiram vários novos efeitos e fenômenos tais como: efeito halo, skin de nucleons, novas formas de decaimento, diferentes espaçamentos entre os níveis e novos números mágicos no modelo de camadas que deram uma motivação extra para a investigação da estrutura desses núcleos. Reações tais como espalhamento elástico são ferramentas bastante poderosas para tal. A descrição da seção de choque de espalhamento elástico é bastante sensível ao potencial de interação entre os núcleos projétil e alvo e a estrutura dos núcleos envolvidos. Além disso, a partir da análise da distribuição angular para esse processo poderemos obter a seção de choque total de reação e com isso várias informações sobre raio, densidade e configuração de cluster, acoplamento com o contínuo através do breakup e efeito de decaimento no espalhamento elástico poderão ser investigados.

Em núcleos radioativos leves ricos em nêutrons ou em prótons, além da pronunciada estrutura de cluster que em alguns casos os nucleons de valência formam uma nuvem com uma longa distribuição espacial (*efeito-halo ou neutron-skin*), uma outra característica importante é que, devido ao fato de serem fracamente ligados, o limiar de energia para o decaimento de partículas é muito próximo do estado fundamental. Nesse caso, quando esse núcleo se aproxima de um núcleo alvo, ele se quebra facilmente. Com isso a interação desses núcleos com núcleos alvos favorece o acoplamento para estados do contínuo (*breakup* elástico). Portanto, da análise de espalhamento elástico podemos obter não apenas informações espectroscópicas dos núcleos envolvidos, mas também informações sobre esses efeitos de *breakup* no mecanismo de reações. Pretendemos com esse projeto estudar os efeitos de estrutura e mecanismos de reações investigando espalhamento elástico induzido por feixes radioativos leves ricos em nêutrons e em prótons em energias próximas e acima da barreira colombiana.

Experiência proposta.

Temos realizado nos últimos anos uma investigação sistemática de reações de espalhamento elástico envolvendo núcleos radioativos leves. Podemos destacar o estudo da seção de choque total de reação através de medidas de distribuição angular de espalhamento elástico para os sistemas ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$ [1] ${}^7\text{Be}$, ${}^8\text{B}$, ${}^8\text{Li}$ e ${}^{10}\text{Be} + {}^{12}\text{C}$ [2,3,4] e ${}^6\text{He}+{}^{120}\text{Sn}$ [5]. Esses trabalhos indicaram que medidas de espalhamento elástico de núcleos exóticos podem fornecer informações interessantes e importantes sobre mecanismos de reação, com interesse inclusive para astrofísica nuclear. Pretendemos agora estender esse tipo de estudos fazendo uma investigação sistemática de espalhamento elástico com projéteis de um mesmo elemento com diferentes energias de ligação e distribuição isotópica em alvo de Níquel. Medidas de espalhamento elástico de projéteis de núcleos fracamente ligados tais como ${}^6\text{Li}$ (B.E.=1.474 MeV), ${}^7\text{Be}$ (B.E.=1.587 MeV) e ${}^8\text{B}$ (B.E.=0.138 MeV) em alvo de ${}^{58}\text{Ni}$ foram recentemente realizadas [6]. Na literatura temos também medidas referentes ao ${}^6\text{He}$ (B.E.=0.973 MeV) [7]. Pretendemos completar essa sistemática com medidas de distribuição angular para o espalhamento elástico de isótopos radioativos de Carbono, ${}^{10,13,14,15}\text{C}$, em alvo de ${}^{58}\text{Ni}$. A comparação da seção de choque total de reação a ser obtida do espalhamento elástico dos isótopos rico em prótons (${}^{10}\text{C}$) e ricos em nêutrons (${}^{13,14,15}\text{C}$) poderá nos fornecer importantes informações de como a estrutura nuclear atua nesses mecanismos de reações em função do número de nêutrons.

A ideia é então medir uma distribuição angular em um período de máquina de 6 dias para o espalhamento elástico de ${}^{10}\text{C}+{}^{58}\text{Ni}$ e o outro período para a medida de espalhamento de ${}^{13}\text{C}$, ${}^{14}\text{C}$ e ${}^{15}\text{C} + {}^{58}\text{Ni}$. Esses feixes radioativos serão obtidos com o sistema RIBRAS [9] nas energias em torno de 40 MeV. No sistema RIBRAS o feixe de ${}^{10}\text{C}$ será produzido no alvo primário gasoso de ${}^3\text{He}$ com a reação de transferência ${}^3\text{He}({}^{10}\text{B}, {}^{10}\text{C})t$, enquanto que o feixe de ${}^{15}\text{C}$ será obtido com a reação ${}^{18}\text{O}({}^{13}\text{C}, {}^{15}\text{C})$ sendo que os feixes de ${}^{13}\text{C}$ e ${}^{14}\text{C}$ serão produzidos simultaneamente com o de ${}^{15}\text{C}$ como contaminantes, ou seja, iremos produzir um cocktail de feixes de isótopos de carbono ao mesmo tempo. Ainda não testamos a produção desses feixes. No entanto, esperamos que a intensidade e a separação sejam suficientes para realização de medidas de espalhamento elástico. Já temos os detectores do tipo telescópios $\Delta E-E$, com detectores de silício barreira de superfície necessários para essas medidas. Vamos construir um aparato que permita montar esses detectores em intervalos angulares de 10 graus na câmara nova, recém instalada, após o segundo solenóide do sistema RIBRAS.

A partir da análise desses dados vamos também verificar a possibilidade de realizarmos uma futura medida direta do mecanismo de *breakup*, onde nesse caso poderemos detectar em coincidência os fragmentos de breakup em coincidência utilizando a parede de nêutrons para detectar os nêutrons. Medidas de distribuição angular do breakup para o sistema ${}^8\text{B}+{}^{58}\text{Ni}$ foi realizada para várias energias utilizando o sistema *Twinsol da University of Notre Dame* [8]. Vamos agora testar a possibilidade dessas medidas com o isótopo rico em nêutrons ${}^{14}\text{C}$ ou ${}^{15}\text{C} + {}^{58}\text{Ni}$.

Essa proposta é parecida com a proposta E-104 do PAC de 2012. No entanto pode ser considerada uma nova proposta da experiência pois estamos propondo realizá-la com projéteis diferentes. Os dados serão para o projeto de Pos-doc do Dr. Nikit Deshmukh.

Estamos solicitando 12 dias de máquina a ser dividido em dois períodos (6+6).

Referencias

- [1] E. A Benjamim, et al., Phys.Lett. B 647, 30 (2007).
- [2] A. Barioni, V. Guimarães, et al., Phys. Rev. C 80, 034617 (2009).
- [3] A. Barioni, J. C. Zamora, V. Guimarães, et al., Phys. Rev. C 84, 014603 (2011).
- [4] J. C. Zamora, V. Guimarães, et al., Phys. Rev. C 84, 034611 (2011).
- [5] P. N. de Faria, et al., Phys. Rev. C 81, 044605 (2010).
- [6] E. F. Aguilera, E. Martinez-Quiroz, D. Lizcano, A. Gomez-Camacho, J. J. Kolata, L. O. Lamm, V. Guimarães, R. Lichtenthaler, O. Camargo, F. D. Becchetti, H. Jiang, P. A. DeYoung, P. J. Mears, and T. L. Belyaeva, Phys. Rev. C 79, 021601(R) (2009)
- [7] L. R. Gasques, et al. Phys. Rev. C 67, 024602 (2003).
- [8] V. Guimarães, et al. Phys. Rev. Lett. 84, 1862 (2000).
- [9] R. Lichtenthaler, A. Lepine-Szily, V. Guimarães, G. F. Lima, M. S. Hussein. Nucl. Instr. and Method. A 505, 612-615 (2003).