

**LABORATÓRIO ABERTO
DE FÍSICA NUCLEAR**

N°

Proposta de Experimento

Período : 1 ano

Título: Estudo da colisão do núcleo ${}^6\text{He}$ com alvos leves em baixas energias

Responsável: Rubens Lichtenthäler Filho

e-mail: rubens@dfn.if.usp.br

Participantes: Kelly Cristina C. Pires, Rubens Lichtenthäler Filho, Alinka Lépine-Szily, Adriana Barioni, Djalma R. M. Junior, Erich Leistenschneider, Juan C. Zamora, Julian M. B. Shorto, Leandro Gasques, Maria Carmen Morais, Marlete Assunção, Pedro N. de Faria, Rubén P. Condori, Valdir Guimarães, Valdir Scarduelli, Viviane Morcelle.

Porta Voz: Kelly Cristina Cezaretto Pires

e-mail: kelly@dfn.if.usp.br

Número de dias solicitados: 07

Datas preferidas:

Datas realmente impossíveis:

Canalização: 45-B

Feixe	Est. Carga	I_{mínima} (feixe primario)	V_{min}	V_{max}	Pulsado?
${}^7\text{Li}$	3^+	300 nA	5	8	

Alvos: ${}^9\text{Be}$ e ${}^{197}\text{Au}$

Pastilhas:

Características de Feixe Pulsado:

Continuação da Experiência já Aprovada N°:

Outras informações:

Proposta de Experiência ao PAC
Laboratório Pelletron - IFUSP

Estudo da colisão do núcleo ${}^6\text{He}$ com alvos leves em baixas energias

Kelly Cristina Cezaretto Pires, Rubens Lichtenthäler Filho,
Alinka Lépine-Szily, Adriana Barioni, Djalma R. M. Junior,
Erich Leistenschneider, Juan C. Zamora, Julian M. B. Shorto,
Leandro Gasques, Maria Carmen Morais, Marlete Assunção,
Pedro N. de Faria, Rubén P. Condori, Valdir Guimarães,
Valdir Scarduelli, Viviane Morcelle.

31 de Março de 2011

Resumo

Este projeto de pesquisa consiste em continuar a investigação da colisão entre o núcleo exótico ${}^6\text{He}$ e alvos leves. Pretendemos medir distribuições angulares de espalhamento elástico, inelástico e de reações (*breakup* do projétil e do alvo), em 3 energias. Essas medidas farão parte do meu projeto de Pós-Doutoramento.

1 Introdução

Reações nucleares envolvendo núcleos distantes da linha de estabilidade (núcleos exóticos) constituem uma área de investigação extremamente extensa e de grande interesse por vários motivos: (i) importância na nucleossíntese primordial (elementos leves) e geração de energia em estrelas massivas ($M > 8 M_{SOL}$); (ii) síntese dos elementos mais pesados que o Ferro (*processo - r*); (iii) possibilidade de estudos envolvendo sistemas de muitos corpos; entre outros.

Feixes de núcleos exóticos podem ser produzidos através da colisão entre feixes primários de elementos estáveis e alvos. Experimentos com esses feixes exóticos podem ser realizados utilizando o acelerador Pelletron em conjunto com o sistema RIBRAS (*Radioactive Ion Beams in Brasil*). Em meu doutoramento [1], foram realizadas duas medidas da colisão ${}^6\text{He}+{}^9\text{Be}$ em $E_{\text{lab}}=16,2$ e $21,3$ MeV e vimos que o valor obtido para a secção de choque total de reação é mais alto quando comparado a sistemas envolvendo núcleos

fortemente e fracamente ligados, porém não halos. Neste projeto propomos realizar medidas em energias mais baixas com o intuito de investigar o comportamento da secção de choque total de reação.

Por outro lado, as medidas da colisão ${}^6\text{He}+{}^9\text{Be}$ realizadas em meu doutoramento, mostraram uma grande produção de partículas alfa nos espectros biparamétricos (ver Figura 1). Estas partículas podem ser provenientes de diferentes canais de reação, como, por exemplo, a quebra do projétil ${}^6\text{He}$, a excitação e a quebra do alvo ${}^9\text{Be}$, a transferência de 2 nêutrons ${}^9\text{Be}({}^6\text{He},{}^4\text{He}){}^{11}\text{Be}$, a transferência de 1 nêutron, ${}^9\text{Be}({}^6\text{He},{}^5\text{He}){}^{10}\text{Be}$, na qual o núcleo ${}^5\text{He}$ se quebra em ${}^4\text{He}+n$. Além destes processos diretos, podemos citar a fusão completa ${}^6\text{He}+{}^9\text{Be} \rightarrow {}^{15}_6\text{C}$ formando o núcleo composto ${}^{15}\text{C}$ que decai emitindo nêutrons, alfas e gamas. Apesar de não ter sido possível saber qual o mecanismo responsável pela produção dessas partículas alfa, vimos que, aparentemente, o *breakup* do projétil ${}^6\text{He}$ em $({}^4\text{He}+n+n)$ é mais importante do que o *breakup* do alvo de ${}^9\text{Be}$ em $({}^4\text{He}+{}^4\text{He}+n)$, afetando de forma significativa o espalhamento elástico.

Propomos, neste projeto, realizar medidas dessas partículas alfa em coincidência com os nêutrons. Com isso, esperamos que alguns dos processos responsáveis pela quebra possam ser identificados.

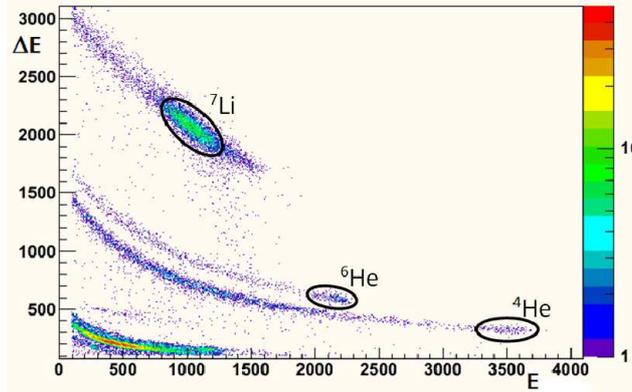


Figura 1: Exemplo de um espectro biparamétrico obtido para a colisão ${}^6\text{He}+{}^9\text{Be}$ em $E_{\text{lab}}=16,2$ MeV para $\theta_{\text{lab}}=18^\circ$.

A medida proposta neste projeto nos possibilita obter informações a respeito do valor da probabilidade de transição reduzida quadrupolar elétrica $B(E2)$ do ${}^6\text{He}$ que será importante para secção de choque de captura ${}^4\text{He}+n+n$ de interesse astrofísico.

Além disso, o estudo proposto, em baixas energias, é interessante pois fornece informações a respeito do potencial de interação ${}^6\text{He}+{}^9\text{Be}$, que pode inferir a respeito da secção de choque do núcleo ${}^6\text{He}$. Em muitos casos não é possível a realização de medidas na região de energia de interesse astrofísico

e o que se faz é determinar o potencial numa região de energia mais alta para então extrapolá-lo para as energias astrofísicas. Estas informações podem ser úteis em cálculos de taxas de produção em modelos de nucleossíntese [2].

2 Materiais e Métodos

Utilizaremos o sistema RIBRAS para seleção e focalização dos feixes radioativos. Para a produção do feixe exótico de ${}^6\text{He}$ utilizaremos ${}^9\text{Be}({}^7\text{Li}, {}^6\text{He})$ como reação de produção. Pretendemos utilizar um absorvedor de ${}^{64}\text{Cu}$, com aproximadamente 18 mg/cm^2 de espessura, para diminuir a energia do feixe secundário sem interferir na taxa de produção. Este absorvedor será posicionado antes da câmara de espalhamento central, a aproximadamente 13 cm do alvo secundário. O sistema de detecção que pretendemos utilizar consiste em telescópios $\Delta E - E$ formados por detectores de barreira de superfície de silício com ΔE de $20\mu\text{m}$ e E de $1000\mu\text{m}$ de espessura.

Para a realização das medidas em coincidência será necessário utilizar o sistema de feixe pulsado, que deverá entrar em operação em breve, e um detector de nêutrons. Este detector está disponível no Laboratório Pelletron e consiste em uma parede de cintiladores líquidos com grande ângulo sólido e que permite medidas em coincidência com eficiência geométrica próxima de 100% . Este detector ainda não está em operação, porém tenho a intenção de colaborar para que este detector entre em operação rapidamente.

3 Solicitação

Dispomos de todo material necessário para o início das medidas experimentais. Serão realizadas medidas em três diferentes energias: $E_{\text{lab}}=11,1\text{ MeV}$, $E_{\text{lab}}=13,8\text{ MeV}$ e $E_{\text{lab}}=27\text{ MeV}$, o que corresponde a $V_{\text{term}}=5,5\text{ MV}$, $V_{\text{term}}=6,0\text{ MV}$ e $V_{\text{term}}=8,0\text{ MV}$, respectivamente. **Solicitamos, para este primeiro ano, 7 dias de máquina para a realização das medidas em uma energia.** A priori, é um tempo razoável devido às baixas intensidades dos feixes exóticos.

Referências

- [1] K.C.C. Pires and *et al.*, CERN Proceedings no. 2010-001, 12th International Conference on Nuclear Reaction Mechanisms, Varenna (Italy), Villa Monastero, vol.2 (2009), 337.
- [2] P.Mohr and *et al.*, Phys. Rev. **C82**, (2010), 044606.