

**LABORATÓRIO ABERTO
DE FÍSICA NUCLEAR**

N°

Proposta de Experimento

Período : 1 ano

Título: Influência da quebra do ${}^6\text{He}$ na colisão ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$

Responsável: Kelly Cristina Cezaretto Pires

e-mail: kelly@if.usp.br

Participantes: H. F. G. Arruda, K. C. C. Pires, R. Lichtenthäler, A. Lépine-Szily, O. C. B. Santos, U. Umbelino, A. Serra, B. P. Monteiro, D. A. Santana, G. S. Gonçalves, H. A. C. Teixeira, I. R. Silva, K. Albuquerque, M. V. R. Ribeiro

Porta Voz: Kelly Cristina Cezaretto Pires

e-mail: kelly@if.usp.br

Número de dias solicitados: 10

Datas preferidas: 2o semestre de 2023

Datas realmente impossíveis:

Canalização: 45-B

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

Alvos: ${}^{27}\text{Al}$ 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

Influência da quebra do ${}^6\text{He}$ na colisão ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$

H. F. G. Arruda, K. C. C. Pires, R. Lichtenthäler, A. Lépine-Szily,
O. C. B. Santos, U. Umbelino, A. Serra, B. P. Monteiro,
D. A. Santana, G. S. Gonçalves, H. A. C. Teixeira,
I. R. Silva, K. Albuquerque, M. V. R. Ribeiro

19 de junho de 2023

Resumo

Sabe-se que o núcleo de ${}^6\text{He}$ é exótico, possui estrutura borromeana e configuração de *cluster* (${}^4\text{He}+2n$; $E_{bu}=0,973$ MeV) e, por este motivo, espera-se altos valores de secção de choque total de reação. Um dos canais de reação provavelmente aberto é a dissociação do projétil ${}^6\text{He}$ em ${}^4\text{He}+n+n$, além da transferência de nêutrons para o núcleo residual. Neste trabalho, nosso interesse está no estudo do efeito do acoplamento de canais de reação nas distribuições angulares de espalhamento elástico do sistema ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$ e na secção de choque total de reação. A Ref. [1] apresenta dados que indicam que os efeitos do acoplamento com o canal de quebra podem ser muito menores do que os observados em sistemas leves e pesados [2–5]. Pretendemos adquirir dados em uma região de energia mais ampla do que os obtidos até momento, apresentados na Ref. [1] para, assim, podermos verificar essa hipótese. Essas medidas fazem parte do projeto de mestrado do estudante Higor Felipe Gonçalves de Arruda.

1 Introdução

Na primeira experiência realizada no Laboratório aberto de Física Nuclear (LAFN) com feixe de ${}^6\text{He}$ produzido pelo RIBRAS (*Radioactive Ion Beams in Brasil*) (ver Ref. [1]), observou-se que os valores da secção de choque total de reação para o sistema ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$, são semelhantes a outros sistemas estáveis fracamente ligados dentro das barras de incertezas, indicando que os efeitos do *breakup*, no espalhamento elástico, podem ser muito menores do que os observados em sistemas mais pesados [3–5]. Entretanto, vimos que para um sistema ainda mais leve, o ${}^6\text{He}+{}^9\text{Be}$ [2, 6] o efeito na secção de choque total de reação ainda é considerável, provocando um aumento na seção de choque de reação reduzida da ordem de 15–20% em comparação com núcleos estáveis fracamente ligados [6]. A figura 1 apresenta os aumentos percentuais nas seções de choque de reação reduzidas para vários alvos, inclusive o $A=27$, onde aparece um mínimo [6].

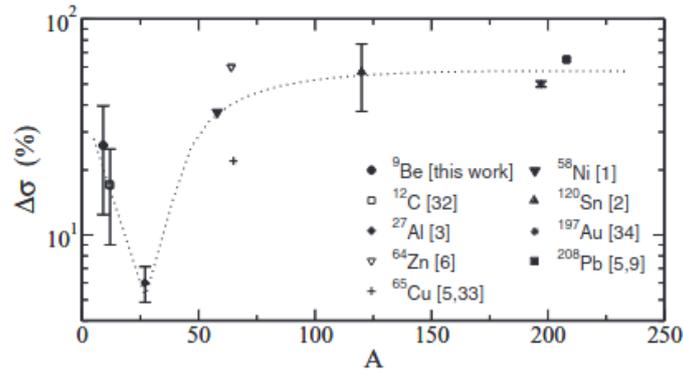


Figura 1: Aumento percentual das seções totais de reação medidas no RIBRAS para ${}^6\text{He}$ em vários alvos, ${}^9\text{Be}$, ${}^{27}\text{Al}$, ${}^{58}\text{Ni}$, ${}^{120}\text{Sn}$, ${}^{197}\text{Au}$ e ${}^{208}\text{Pb}$. Figura da Ref. [6].

Na figura 2, são apresentadas as distribuições angulares da primeira medida, conforme mostrado na Ref. [1], realizada para o sistema ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$ em quatro energias diferentes: $E_{\text{lab}}=9,5$; 11 ; 12 e 13,4MeV, as quais estão ligeiramente acima da barreira Coulombiana ($V_b=6,2$ MeV).

Devido a importância desses resultados, estes dados merecem ser medidos novamente, com estatísticas mais altas e também em uma região de energia mais ampla para verificar se os efeitos da natureza do núcleo ${}^6\text{He}$ estão presentes na seção de choque total de reação para energias mais altas.

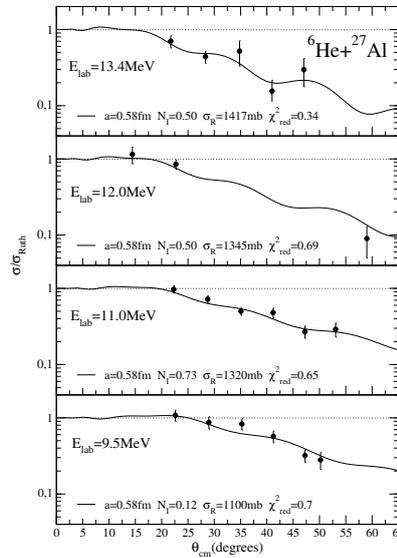


Figura 2: Distribuições angulares elásticas medidas para o sistema ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$ com os melhores ajustes de modelo óptico obtidos com o potencial de São Paulo (SPP). Figura da Ref. [1].

2 Objetivos

Este projeto propõe medidas da distribuição angular do espalhamento elástico para o sistema ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$ em energias a partir de $E_{\text{lab}}=9$ MeV. Esses dados complementarão os

dados da Ref. [1] e nos possibilitarão verificar o comportamento da secção de choque total de reação, tanto em energias em torno da barreira Coulombiana como em energias mais altas, onde devemos ter mais canais de reação abertos. Isso permitirá verificar se a hipótese do acoplamento não ter efeito ou ter efeito menor neste alvo, como observado na Ref. [1], se mantém.

3 Materiais e Métodos

As medidas serão realizadas utilizando na câmara central do RIBRAS do IFUSP.

Como sistema de detecção serão utilizados telescópios formados por detectores de barreira de superfície de Silício, com um detector fino ΔE seguido por um detector grosso E que permite a identificação (Z, A) das partículas detectadas e a medida de sua energia. Será utilizada uma eletrônica digital da CAEN, recentemente adquirida pelo projeto temático da FAPESP, proc. no. 2019/07767-1. O sistema de detectores, eletrônica e aquisição já está montado e operando na câmara central do RIBRAS.

4 Solicitação

Estamos propondo a realização de medidas do sistema ${}^6\text{He}+{}^{27}\text{Al}$ em várias energias na linha 45B do Pelletron, utilizando o sistema RIBRAS. O feixe primário é o ${}^7\text{Li}$ produzido pelo Pelletron com intensidade mínima de 300 nAe e o feixe secundário ${}^6\text{He}$ produzido na reação ${}^9\text{Be}({}^7\text{Li}, {}^6\text{He})$. As tensões de terminal do Pelletron estarão na faixa de 5 a 8 MV. **Estima-se que 10 dias de máquina sejam suficientes para a realização das medidas.** Assim que o primeiro solenoide do RIBRAS for resfriado com hélio líquido podemos realizar este experimento, pois todo o sistema de detecção e eletrônica estão montados e operando.

Referências

- [1] E. A. Benjamim, A. Lépine-Szily, D. R. Mendes jr. et al, Phys. Lett. B 647, 30 (2007).
- [2] K. C. C. Pires et al. Phys. Rev. C83, (2011) 064603.
- [3] V. Morcelle et al, Phys. Lett. B 732, 228-232 (2014).
- [4] P. N. de Faria et al., Phys. Rev. C81, 044605 (2010).
- [5] A. Lépine-Szily et al. Nuc. Phys. A 834, 491c-494c (2010).
- [6] K. C. C. Pires et al. Phys. Rev. C 90, 027605 (2014).
- [7] A. Lépine-Szily, R. Lichtenthaler, and V. Guimarães, Eur. Phys. J. A. 50, 128 (2014).
- [8] R. Lichtenthäler and *et al.* The Eur. Phys. Journal A25, suppl. 1, (2005), 1773.
- [9] A. Lépine-Szily and *et al.* Nuclear Physics News, v23, n3, 5-11 (2013).
- [10] R. Lichtenthäler and *et al.* Eur. Phys. J. A, v57, 92, (2021).