

**LABORATÓRIO ABERTO
DE FÍSICA NUCLEAR**

N° E-95

Proposta de Experimento

Período : 1 ano

Título: Medidas do espalhamento elástico 6He+p
Responsável: Rubén Pampa Condori/Rubens Lichtenthäler
e-mail: ruben.pampa@gmail.com, rubens@if.usp.br

Participantes: Rubén Pampa Condori, Rubens Lichtenthäler, Alinka Lépine-Szily, Pedro N. de Faria, Djalma R. Mendes Jr., Kelly C. Cezaretto Pires, Maria Carmen Morais, Leandro Romero Gasques, Valdir Brunetti Scarduelli, Erich Leistenschneider, Viviane Morcelle de Almeida, Marlete Assunção.

Porta Voz: Rubén Pampa Condori
e-mail: ruben.pampa@gmail.com

Número de dias solicitados: 14
Datas preferidas:
Datas realmente impossíveis: Natal e ano novo
Canalização: 45B (RIBRAS)

Feixe	Est. Carga	I_{mínima} (alvo)	V_{min}	V_{max}	Pulsado?
7Li	3	400nA	6MV	7.5MV	Não

Alvos: CH2, 197Au
Pastilhas: LiO
Características de Feixe Pulsado: Não
Continuação da Experiência já Aprovada N°: E-95
Outras informações:

Medidas do espalhamento elástico ${}^6\text{He} + p$

Rubén Pampa Condori, Rubens Lichtenthäler Filho, Alinka Lépine-Szily
Pedro Neto de Faria, Djalma Rosa Mendes Jr., Leandro Romero Gasques
Maria Carmen Morais, Valdir Brunetti Scarduelli, Erich Leistenschneider
Kelly C. Cezaretto Pires, Viviane Morcelle de Almeida, Marlete Assunção

Departamento de Física Nuclear
Instituto de Física da USP

12 de outubro de 2013

Resumo

O projeto consiste na medição das distribuições angulares e a função de excitação do sistema ${}^6\text{He} + p$. O objetivo é analisar as ressonâncias do sistema composto ${}^7\text{Li}$ acima do limiar $Q_{fus}^{6\text{He}+p} = 9.975\text{MeV}$. Nesta experiência se fará uso do sistema RIBRAS[1], utilizando um alvo de CH_2 e um feixe primario de ${}^7\text{Li}$.

1 Motivação

A espectroscopia de núcleos leves como ${}^6,{}^7\text{Li}$ e outros no contínuo é ainda um campo relativamente pouco explorado e a possibilidade de se produzir esses núcleos a partir de canais de entrada envolvendo núcleos exóticos é interessante. Em particular o ${}^7\text{Li}$ tem um estado excitado em 11.2MeV $J^\pi = 3/2^-$ $T = 3/2$ o qual é o *IAS* do estado ligado do ${}^7\text{He}$ (ver Fig.1). No sistema RIBRAS produzimos feixes de helio-6 em intensidades suficientes para a realização destas medidas. A medida de funções de excitação do espalhamento elástico ${}^6\text{He}+p$ pode fornecer informações importantes sobre estados do sistema composto ${}^7\text{Li}$ [2] em energias de excitação na faixa de $10 - 13\text{MeV}$.

2 Método do alvo grosso

Com as intensidades atuais dos feixes secundários, as medidas de funções de excitação com pequeno passo de energia seriam muito demoradas. Por isso pretendemos utilizar o metodo do alvo grosso [4, 5, 6] que consiste em utilizar folhas de polietileno CH_2 em numero suficiente para parar o feixe de ${}^6\text{He}$ (ver Fig. 2). Os protons, deuteron, tritios e alfas provenientes da reação serão identificados por meio de telescopios E- Δ E. O feixe de ${}^6\text{He}$ será produzido pela reação ${}^9\text{Be}({}^7\text{Li}, {}^6\text{He})$ no alvo primario do sistema RIBRAS.

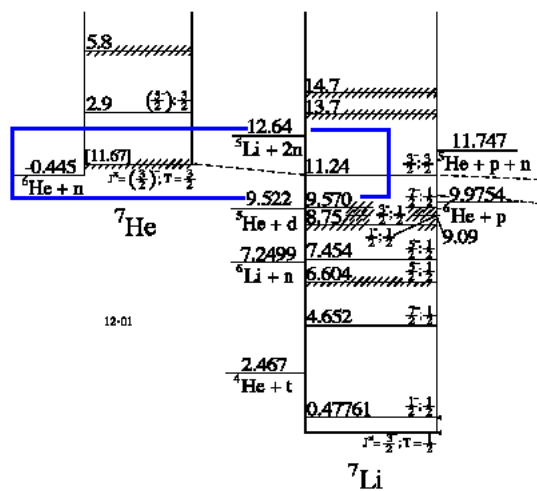


Figura 1: Diagrama de níveis para o ${}^7\text{He}$ e ${}^7\text{Li}$ [3].

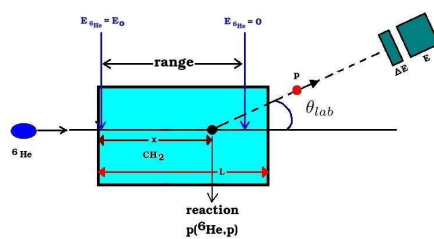


Figura 2: Desenho esquemático do metodo de alvo grosso.

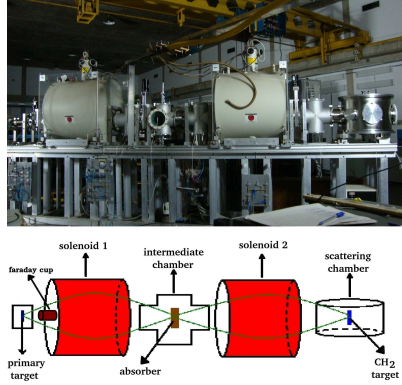


Figura 3: Foto e desenho esquemático do sistema RIBRAS mostrando alguns dos seus componentes.

3 Resultados

No mês Novembro de 2012 foram realizadas medições utilizando o método de alvo grosso fazendo uso dos dois solenoides do sistema RIBRAS e um absorvedor na câmara intermediária (ver Fig. 3).

Uma folha de polietileno de uma espessura de $12\text{mg}/\text{cm}^2$ foi usada como absorvedor na câmara intermediária para melhorar a pureza do feixe de 16% na câmara intermediária até 92% na câmara de espalhamento, como podemos ver na Fig. 4.

Se trabalhou com um feixe de ${}^7\text{Li}$ de 24MeV fornecido pelo acelerador Pelletron que atravessou o alvo primário de ${}^9\text{Be}$ para produzir o feixe secundário ${}^6\text{He}$ de 18.9MeV de energia. Na Fig. 5 podemos ver os espectros biparamétricos obtidos para um alvo de CH_2 de $12\frac{\text{mg}}{\text{cm}^2}$ para uma energia incidente de ${}^6\text{He}$ de 12.2MeV em um ângulo de $\theta_{lab} = 0^\circ$. Também se fizeram medições com um alvo de carbono puro na câmara de espalhamento. Estas medições com o alvo carbono serviram para medir o "background" de reações de carbono. A Fig. 6 mostra o espectro de protons obtido (linha solida azul) para a energia incidente de $E_{{}^6\text{He}} = 12.2\text{MeV}$.

Na Fig. 7 mostra-se os espectros biparamétricos obtidos em $\theta_{lab}=0^\circ, 20^\circ, 25^\circ$ e também as respectivas funções de excitação do ${}^7\text{Li}$. Como podemos ver em Fig. 7 calculos com matriz-R produziram resultados que estão em contradição com os dados experimentais [10, 11]. Resultados razoáveis são obtidos para o cálculo de matriz-R considerando somente o canal de decaimento (p,p).

Para resolver esta contradição entre os calculos com matriz-R e dados experimentais obtidos pretendemos realizar outra experiência, com detectores montados na câmara de espalhamento em $\theta_{lab}=0^\circ, 20^\circ, 25^\circ$ (correspondentes aos $\theta_{cm}=180^\circ, 130^\circ, 90^\circ$) para obter as funções de excitação do ${}^7\text{Li}$ em um run. Assim com estas medições podemos obter uma distribuição angular para determi-

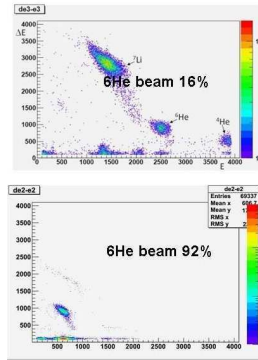


Figura 4: Comparação entre os espectros biparamétricos $\Delta E \times E$ obtido com um alvo de ^{197}Au na câmara intermediária(acima) após o primeiro solenoide para o feixe de ^6He o qual só tem um 16% de pureza. Utilizando um absorvedor na câmara intermediária se consegue uma pureza de 92% para o feixe de ^6He na câmara de espalhamento(abaixo) ou seja grande parte dos contaminantes foram eliminados após o segundo solenoide em comparação com o espectro obtido na câmara intermediária após o primeiro solenoide[6].

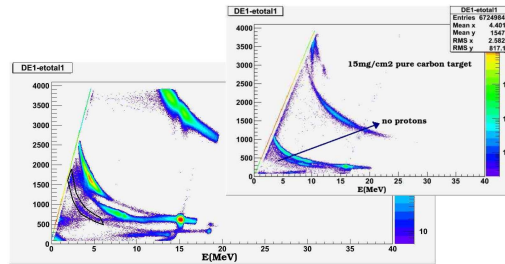


Figura 5: Espectro biparamétrico ΔE vs E_{total} obtido para o alvo CH_2 de $12 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^2}$ para $E(^6\text{He})=12.2\text{MeV}$. Também podemos ver nesta figura o espectro obtido com um alvo de carbono de $15 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^2}$ que consegue parar o feixe de ^6He e nos permite obter uma medida do "background" de reações de carbono.

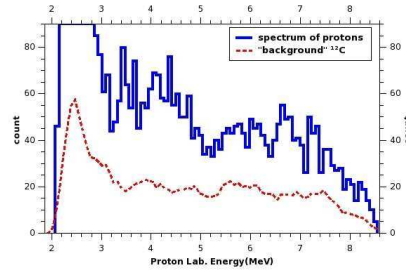


Figura 6: Comparação entre o espectro de prótons obtidos com um alvo de CH_2 (linha sólida azul) e o espectro obtido com um alvo de carbono (linha vermelha tracejada).

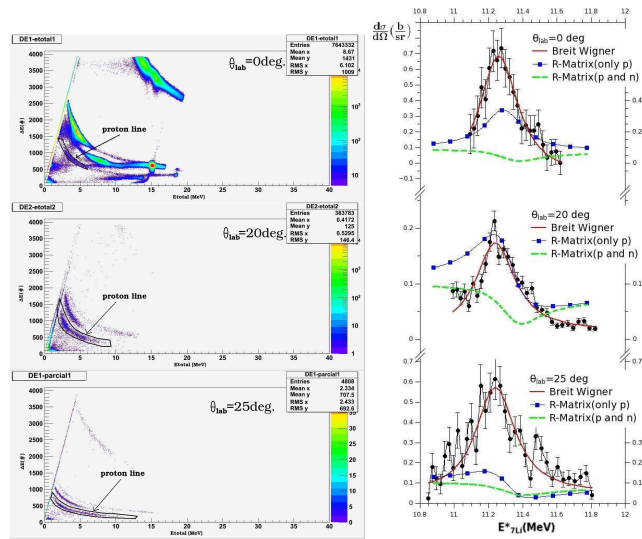


Figura 7: Espectros biparamétricos e as respectivas funções de excitação para o ${}^7\text{Li}$ nos ângulos $\theta_{lab}=0^\circ, 20^\circ, 25^\circ$. A linha vermelha refere-se ao fit com a função de Breit-Wigner, a linha azul e verde aos cálculos com matriz-R considerando os canais de decaimento (p,p) e (p,n) respectivamente.

nar a paridade das ressonâncias. Desde que na ultima experiência a medição em $\theta_{lab} = 25^\circ$ foi realizada em um diferente run. Também incrementaremos o feixe de energia do ${}^6\text{He}$ para cobrir energias de excitação do ${}^7\text{Li}$ na faixa de 10.8–13.2MeV ao inves da faixa 10.8–11.8MeV coberta na anterior experiência, com o objetivo de poder conferir a existência de um possivel estado excitado do ${}^7\text{He}$ em ~ 11.8 como predito em [2, 7, 8, 9].

4 Solicitação

Solicitamos um tempo de maquina minimo de 14 dias de feixe de ${}^7\text{Li}$ no pelletron com $V_{term}=6-7.5\text{MV}$ e ${}^6\text{He}$ fornecido pelo sistema RIBRAS a energias no intervalo de 18.9 – 25.1MeV o que nos permitira chegar em energias de excitação mais altas do ${}^7\text{Li}$.

Referências

- [1] Radioactive Ion Beams in Brazil (RIBRAS)
R. Lichtenthäler, Lépine-Szily, V. Guimarães, et al.
EPJ, v25,733(2005)
- [2] G.V. Rogachev et al, Phys. Rev. Lett. 92, 232502 (2004).
- [3] D. R. Tilley et al., Energy levels of light nuclei A=5, 6, 7, Nucl. Phys. **A708**,3(2002)
- [4] Tese de mestrado de Kelly Cristina Cezareto Pires, IFUSP, 2006
- [5] Tese de doutoramento de Djalma Rosa Mendes Jr., IFUSP, 2009
- [6] Tese de doutaramento de Rubén Pampa Condori, IFUSP, 2012
- [7] Meister et al. Phys. Rev. Lett. 88,10,102501,2002
- [8] F.Skasa et al.Phys.Rev. C 73,044301,2006
- [9] D.Halderson Phys. Rev. C 70,041603,2004
- [10] P. Descouvemont and D. Baye, Rep. Prog. Phys. 73(2010)036301.
- [11] A.M. Lane and R.G. Thomas, Rev. Mod. Phys.,30(2), 257-353,1958.