

**LABORATÓRIO ABERTO
DE FÍSICA NUCLEAR**

N°

Proposta de Experimento

Período : 1 ano

Título: Excitação Coulombiana do ^8Li

Responsável: Marlete Pereira Meira de Assunção

e-mail: massuncao@unifesp.br e marlete.assuncao@gmail.com

**Participantes: Marlete Assunção (UNIFESP), Tatiane N. Britos (UNIFESP),
Colaboradores RIBRAS e Pierre Descouvemont (ULB –
Bélgica)**

Porta Voz: Marlete Pereira Meira de Assunção

e-mail: massuncao@unifesp.br e marlete.assuncao@gmail.com

Número de dias solicitados: 1 período de 6 dias

Datas preferidas: abril/2014

Datas realmente impossíveis: janeiro e fevereiro/2014

Canalização: 45B - RIBRAS

Feixe	Est. Carga	$I_{\text{mínima}}$ (alvo)	V_{min}	V_{max}	Pulsado?
^7Li (primário)	3+	300nA	6.93MV	8.00MV	

Alvos: (^9Be para produção do ^8Li), ^{208}Pb

Pastilhas: ^7Li

Características de Feixe Pulsado: -

Continuação da Experiência já Aprovada N°: E-88

**Outras informações: este experimento obteve 12 dias no pac/2012,
porém houve problemas durante o experimento totalizando 5 dias
de medida. Uma nova tentativa não foi feita, pois dependia da
compra de ^{208}Pb para a produção do alvo.**

Excitação Coulombiana do ^8Li

Marlete Pereira Meira de Assunção*, Tatiane Nassar Britos*, colaboradores

RIBRAS⁺ e Pierre Descouvemont[&]

*Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – campus Diadema

⁺Instituto de Física da Universidade de São Paulo

[&]Université Libre de Bruxelles –Bélgica

I. Resumo

Esta proposta trata-se da continuidade do experimento E-88 realizado em junho/2011. No período do experimento algumas dificuldades em relação à espessura do alvo de ^{208}Pb nos levaram a optar pelo alvo de ^{197}Au . Em fevereiro/2012 foi realizada uma nova tentativa com o alvo de ^{208}Pb (cerca de 5 dias de máquina), porém problemas eletrônicos impediram a continuidade do período. Deste modo, o planejamento proposto é acumular mais estatística em ângulos traseiros empregando o alvo de ^{208}Pb . O feixe radioativo de ^8Li será produzido no sistema RIBRAS que utiliza o feixe primário do Acelerador PELLETRON/LINAC. O objetivo do experimento é medir a transição eletromagnética $B(E2, 2^+ \rightarrow 1^+)$ do ^8Li através das medidas de espalhamento elástico e inelástico na energia de $E_{\text{lab}}(^8\text{Li})=25.8\text{MeV}$, próximas da barreira Coulombiana. O interesse desta medida justifica-se pela discrepância (de aproximadamente uma ordem de grandeza) entre os valores experimentais e teóricos. A confirmação do valor experimental de $B(E2)$ causará impacto nos modelos teóricos que vêm descrevendo com sucesso a Excitação Coulombiana para núcleos leves. Esse experimento envolve os integrantes da colaboração RIBRAS e também o Prof. Dr. Pierre Descouvemont, pesquisador do Laboratoire Physique Nucléaire Théorique et Physique Mathématique – Université Libre de Bruxelles (ULB). Essa medida é uma continuidade do projeto de Mestrado da estudante Tatiane N. Britos matriculada no programa de Pós-Graduação da UNIFESP.

Palavras-chave: excitação coulombiana, feixes radioativos, espalhamento elástico do ^8Li , espalhamento inelástico do ^8Li .

II. Introdução e Justificativa

Recentemente, o método de Excitação Coulombiana (COULEX) vem sendo empregado para determinar os valores da transição eletromagnética para núcleos radioativos [1,2]. Por outro lado, os feixes radioativos podem ser utilizados para elucidar problemas de estrutura nuclear e modelos nucleares. Neste trabalho, o sistema RIBRAS (Radioactive Ion Beams in Brazil) [3] produzirá o feixe radioativo de ^8Li para extrair a medida $B(E2)$ na investigação de modelos nucleares.

O núcleo de ${}^8\text{Li}$ ($T_{1/2}=838\text{ms}$) possui o estado fundamental com spin $J^\pi=2^+$ e primeiro estado excitado com spin $J^\pi=1^+$ ($0,980\text{MeV}$). A medida de $B(E2)$ dará informações sobre a estrutura nuclear deste núcleo. Os valores experimentais da literatura [4-7] apresentam discrepâncias com a teoria que indicam a necessidade de investigações mais criteriosas dessa transição. Desta forma, a motivação para o experimento provém do valor de $B(E2, 2^+ \rightarrow 1^+)$ medido apresentar-se cerca de 10 vezes maior que aquele previsto por modelos teóricos [7,8].

III. Detalhes Técnicos do Experimento

A medida da Excitação Coulombiana do ${}^8\text{Li}$ será realizada empregando o sistema RIBRAS [3] instalado na canalização 45B do Acelerador Pelletron. Este sistema produzirá o feixe radioativo de ${}^8\text{Li}$ a partir da reação de produção ${}^9\text{Be}({}^7\text{Li}, {}^8\text{Li}){}^8\text{Be}_{\text{gs}}$ com uma energia de $\sim 25,8\text{ MeV}$ na metade do alvo. A ideia é medir no intervalo angular de 30-70 graus empregando um alvo de ${}^{208}\text{Pb}$ com uma espessura de $2\text{-}5\text{ mg/cm}^2$. A principal vantagem do alvo de ${}^{208}\text{Pb}$ reside no fato que seu primeiro estado excitado possui uma energia de $2,6\text{ MeV}$. A preparação dos alvos será feita no Laboratório de Alvos do Acelerador Pelletron/Linac e suas espessuras serão determinadas com o auxílio de uma fonte alfa de baixa intensidade.

A montagem experimental constará de conjuntos de telescópios ΔE -E com detectores de barreira de superfície de silício de 20 e 1000 microns, respectivamente. Os detectores serão posicionados entre os dois solenoides privilegiando o limite dos ângulos traseiros (sem a que o alvo seja rotacionado). A condição fundamental para medir o $B(E2)$ diz respeito à presença somente da contribuição coulombiana. Neste sentido, o sistema ${}^8\text{Li}+{}^{208}\text{Pb}$ ($V_{BC}^{cm} = 37,2\text{ MeV}$) medidos em energias próximos da barreira Coulombiana atendem essa condição perfeitamente. As medidas serão realizadas preferencialmente em ângulos traseiros (acima de $\theta_{\text{lab}}=50^\circ$), visando à identificação dos picos correspondentes ao ${}^8\text{Li}_{\text{gs}}$ e ${}^8\text{Li}^*$. Esses ângulos favorecem o comportamento do $B(E2)$ aliado ao fato da contribuição inelástica aumentar em relação à elástica. A estimativa de 10 dias um único período de medida se deve a baixa estatística nesses ângulos traseiros. No último período, a taxa de produção de ${}^8\text{Li}$ foi de $\sim 7,0 \cdot 10^4$ pps para uma corrente entorno de 300nA no copo de Faraday no. 3 do Acelerador Pelletron ($V_T=6,93\text{MV}$) [4].

Um problema a ser contornado durante a execução do experimento diz respeito aos contaminantes de ^8Li provenientes do feixe primário de ^7Li . Neste sentido, a utilização de bloqueadores do tipo *lollipops* e de degradadores na linha do feixe deverá diminuir estas contribuições. Adotaremos o mesmo procedimento do último período que consistiu na escolha de uma corrente do solenoide de tal modo que houve a eliminação da contribuição de $^8\text{Li}^*$ proveniente do feixe primário. Outras impurezas podem estar presentes durante a medida. Espera-se, entretanto, que grande parte delas possa ser reduzida com a utilização do solenóide supercondutor do sistema RIBRAS. A probabilidade de excitação, $P(\theta)$, em relação ao ângulo no centro de massa, será obtida empregando os programas usuais para análise de espalhamento. Recentemente, F. Delaunay and F. M. Nunes F. Nunes [10] observaram a possibilidade de considerar efeitos de canais acoplados nesse tipo de análise.

IV. Resultados Preliminares e Expectativas

O experimento E-88 necessita uma boa resolução em energia e também uma estratégia em relação ao fundo (“background”) onde a quantidade de partículas de $^8\text{Li}^*$ na região esperada torna-se relevante. As primeiras medidas da Excitação Coulombiana do ^8Li em alvo de ^{208}Pb juntamente com uma medida de ^{197}Au foram realizadas em junho/2011. No caso das medidas com ^{197}Au esbarramos com o problema da quantificação da contribuição dos estados excitados desse alvo. No caso do sistema $^8\text{Li}+^{208}\text{Pb}$, a medida não tem esse problema, pois o primeiro estado excitado do ^{208}Pb é de 2614,2 MeV. Nessa medida o alvo de ^{197}Au servirá para normalizar a seção de choque. A Figura 1 mostra os espectro calibrados para o sistema $^8\text{Li}+^{208}\text{Pb}$.

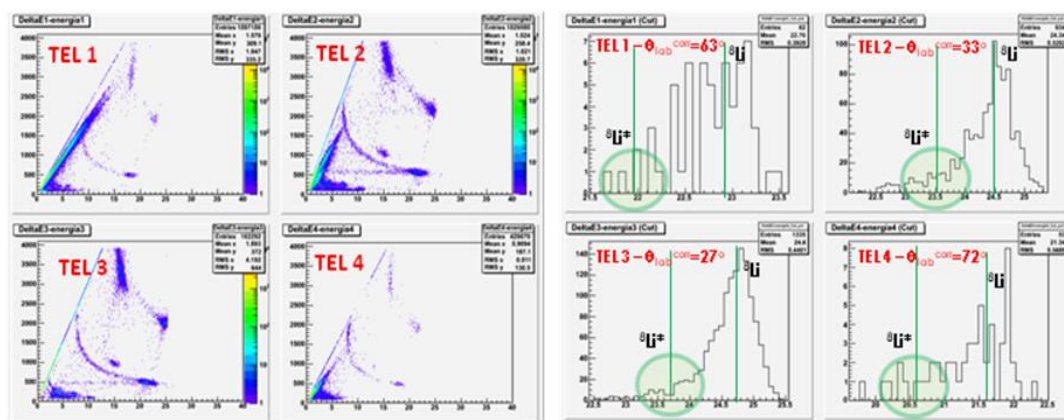


Figura 3 - Espectros ΔE - E_{total} obtidos na primeira medida – sistema $^8\text{Li}+^{208}\text{Pb}$.

O problema desse procedimento reside no comportamento da seção de choque no canal inelástico. Se o pico elástico nos ângulos traseiros possui uma boa definição é possível obter a posição do pico elástico e daí adotar o mesmo procedimento para quantificar as contagens no pico do $^8\text{Li}^*$. As seções de choque calculadas nessas condições admitem erros grandes devido a incerteza na posição do ^8Li e também em relação a estimativa do fundo. Para resolver esse problema, estamos tentando fazer um ajuste que considera a correlação entre os picos elásticos e inelásticos e também as calhas do “background”.

V. Equipe Executora (Colaboradores)

A proposta de medir a Excitação Coulombiana do ^8Li foi discutida com o Prof. Descouvemont na ocasião da Escola de Física Nuclear “XIV Escola de Verão Jorge André Swieca de Física Nuclear Teórica” de 2009. Aspectos experimentais foram discutidos com a Profa. Dra. Alinka Lépine-Szily do Laboratório Pelletron/Linac. A preparação do experimento e execução da medida foi feita com a ajuda do grupo de “Núcleos Exóticos e Reações Diretas” do IFUSP. Deste modo, as etapas seguintes contam com a mesma equipe executora. A discussão dos resultados está sendo feita juntamente com o Prof. Dr. Pierre Descouvemont, grupo da UNIFESP e os colaboradores do IFUSP.

VI. Cronograma

A continuidade do experimento E-88 se faz necessário para que possamos obter uma melhor estatística no pico inelástico do ^8Li nos ângulos traseiros empregando o sistema $^8\text{Li} + ^{208}\text{Pb}$ (proposta original). Isso confere a medida de melhor qualidade em termos de prováveis contaminantes. Neste sentido, a solicitação de 6 dias em um único período.

Referências

- [1] F. Delaunay and F. M. Nunes, *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.*, 34, 2207-2213, 2007.
- [2] K. Alder and A. Winther, *Electromagnetic Excitation*, North-Holland, New York, 1975.
- [3] R. Lichtenthäler et al. A. Lépine-Szily, V. Guimarães, G. F. Lima and M. S. Hussein, *Braz. J. Phys.*, 33, 2, 2003, *Nucl. Instrum. Meth. in Phys., Res A* 505, 612-615, 2003.
- [4] F. Ajzenberg-Selove, *Nucl. Phys.*, A413, 1, 1984.
- [5] T. Glasmacher, *Annu. Rev. Nucl. Part. Sci.*, 48, 1, 1998.
- [6] J. A. Brown et al., *Phys. Rev. Letts.*, 66, 19, 1991.
- [7] R. J. Smith et al. , *Phys. Rev. C*, 43, 5, 1991.
- [8] P. Descouvemont and D. Baye, *Phys. Letts. B* 292, 235-238, 1992.