

N°

Proposta de Experimento

Período :

Título: Estudo do Espalhamento Elástico do $^8\text{Li}+^{120}\text{Sn}$ e do $^6\text{He}+^{120}\text{Sn}$

Responsável: Pedro Neto de Faria / Rubens Lichtenthäler Filho
e-mail: pedrodefaria@gmail.com

Participantes:

Pedro Neto de Faria, Rubens Lichtenthaler Filho, Alinka Lépine-Szily, Valdir Guimarães, Djalma Rosa Mendes Junior, Adriana Barioni, Maria Carmen de Moraes, Kelly Cristina Cezaretto Pires, Rubén Pampa Condori, Erich Leistenschneider, Viviane Morcelle, Valdir Bruneti Scarduelli, Juan Carlos Zamora Cardona, Dirceu Pereira, Luiz Carlos Chamon, Leandro Romero Gasques, Ernesto Sílvio Rossi Jr., Deberson Pereira de Souza, Julian Marco Barbosa Shorto.

Porta Voz: Pedro Neto de Faria
e-mail: pedrodefaria@gmail.com

Número de dias solicitados: 10
Datas preferidas: 1º semestre de 2011
Datas realmente impossíveis:
Canalização: 45ºB

Feixe	Est. Carga	I_{mínima} (alvo)	V_{min}	V_{max}	Pulsado?
^7Li	+3	100nA	7.0	8.0	Não

Alvos: ^9Be (alvo primário) e ^{120}Sn (alvo secundário)

Pastilhas:

Características de Feixe Pulsado:

Continuação da Experiência já Aprovada N°: E01 – PAC de 2004

Outras informações:

Estudo do Espalhamento Elástico do ${}^8\text{Li}+{}^{120}\text{Sn}$ e do ${}^6\text{He}+{}^{120}\text{Sn}$

Responsáveis: Pedro Neto de Faria e Rubens Lichtenthäler Filho

Colaboradores: Alinka Lépine-Szily, Valdir Guimarães, Djalma Rosa Mendes Junior, Adriana Barioni, Maria Carmen de Moraes, Kelly Cristina Cezaretto Pires, Rubén Pampa Condori, Erich Leistenschneider, Viviane Morcelle, Valdir Bruneti Scarduelli, Juan Carlos Zamora Cardona, Dirceu Pereira, Luiz Carlos Chamon, Leandro Romero Gasques, Ernesto Sílvia Rossi Jr., Deberson Pereira de Souza, Julian Marco Barbosa Shorto.

Resumo:

O projeto consiste em medidas de distribuições angulares do espalhamento elástico do sistema ${}^8\text{Li}+{}^{120}\text{Sn}$ e ${}^6\text{He}+{}^{120}\text{Sn}$ utilizando os feixes de ${}^8\text{Li}$ e ${}^6\text{He}$ do RIBRAS. O objetivo é estudar o potencial nuclear em energias próximas a barreira coulombiana e a determinação da densidade nuclear do ${}^8\text{Li}$ e ${}^6\text{He}$. Estas medidas também contribuirão para o estudo sistemático do espalhamento elástico de projéteis radioativos em alvos de massas leves, intermediárias e pesadas. Este estudo vem sendo realizado desde a instalação do sistema RIBRAS, em 2004, e já conta com dezenas de distribuições angulares de espalhamento elástico [Far10], [Ben07]. Aqui solicitamos tempo apenas para o ${}^8\text{Li}+{}^{120}\text{Sn}$.

Introdução:

A possibilidade de se produzir feixes secundários de núcleos fora da linha de estabilidade abriu um enorme campo de pesquisa na Física Nuclear de baixas energias. Alguns núcleos instáveis possuem meias-vidas suficientemente longas para que possam ser estudados em uma reação nuclear. Mesmo núcleos bastante distantes da linha de estabilidade (núcleos exóticos) podem ter meias-vidas da ordem de milissegundos ou maiores o que é muito se comparado ao tempo de vôo em um acelerador ou em um sistema seletor ($V < 3\text{cm/ns}$)

O estudo de núcleos radioativos permite a possibilidade de investigar:

- núcleos em condições extremas de densidade, temperatura, momento angular e isospin.
- núcleos halo: ${}^{11}\text{Li}$, ${}^6\text{He}$, ${}^{14}\text{Be}$, ${}^{17}\text{Ne}$ e outros candidatos.
- Núcleos pesados com $N=Z$ (simetria).

- possibilidade de novos números mágicos e mudanças no modelos de camadas e de excitação coletiva.

- Núcleos radioativos possuem participação em reações nucleares de interesse astrofísico.

O sistema RIBRAS (Radioactive Ion Beams in Brasil) [Lic05] entrou em operação em 2004 e produz feixes de ^8Li , ^7Be e ^6He , entre outros de intensidades de 10^4p/s a 10^6p/s , suficientes para a realização de medidas de espalhamento elástico e de algumas reações de transferência. Desde então, foram realizadas sistemáticas de espalhamento elástico de projéteis exóticos em alvos leves, de massas intermediárias e pesados. Além disso, realizaram-se também medidas de reações de transferência e de reações de interesse astrofísico.

O experimento sobre o espalhamento elástico do sistema $^8\text{Li}+^{120}\text{Sn}$ concentra esforços de dois grupos de pesquisa do laboratório Pelletron, O grupo de Reações Diretas e Núcleos Exóticos que deu início a física experimental com feixes radioativos no laboratório Pelletron e do Grupo de reações com íons pesados (GRIP) que desenvolveu um método para a determinação de densidades nucleares a partir da análise de dados do espalhamento elástico. O método é baseado no modelo teórico de interação nuclear desenvolvido pelo Prof. Dr. Dirceu Pereira e já foi aplicado com sucesso na determinação de densidades nucleares de núcleos estáveis, fracamente ligados, e exóticos. Dados experimentais do sistema $^{6,7}\text{Li}+^{120}\text{Sn}$ foram tomadas durante o mestrado de Deberson P. Souza resultando nas determinações das densidades dos núcleos ^6Li e ^7Li [Sou10]. Durante meu doutoramento medimos uma distribuição angular do sistema $^8\text{Li}+^{120}\text{Sn}$ porém com energia muito baixa ($E_{\text{lab}}=20.3\text{MeV}$) para a determinação experimental da densidade do núcleo ^8Li . As novas medidas de distribuições angulares experimentais de espalhamento elástico do sistema $^8\text{Li}+^{120}\text{Sn}$ devem ser feitas em energias mais altas (24 MeV ou mais) a fim de completar a sequência de medidas para os núcleos ^6Li , ^7Li e ^8Li , a qual foi proposta por Dirceu Pereira no projeto E1 do PAC de 2004.

O experimento sobre o espalhamento elástico do sistema $^6\text{He}+^{120}\text{Sn}$ é motivado pelos resultados obtido durante meu doutoramento [Far08], onde estudamos as distribuições angulares do espalhamento elástico do sistema $^6\text{He}+^{120}\text{Sn}$ em quatro energias (17.4MeV, 18.05MeV, 19.8MeV e 20.5MeV) bem como os mecanismos de produção de uma grande quantidade de alfas produzidas durante a colisão do ^6He com o ^{120}Sn .

A análise do espalhamento elástico deste sistema forneceu seções de choque de reação totais para o sistema $^6\text{He}+^{120}\text{Sn}$ a partir de cálculos de MO, as quais foram comparadas a outros sistemas de massas similares encontrados na literatura. Os resultados mostraram um aumento das seções de choque de reação para o sistema $^6\text{He}+^{120}\text{Sn}$ em comparação com sistemas fortemente ligados e fracamente ligados. A análise do espalhamento elástico do $^8\text{Li}+^{120}\text{Sn}$ obtida em meu doutoramento também foi utilizada nesta comparação. [Far10] Medidas do espalhamento elástico do ^{120}Sn com diferentes projéteis e energias

enriquecem esta análise sobre seções de choque de reação totais, conforme novas medidas são feitas esta análise é sempre atualizada.

Outro aspecto interessantíssimo da análise do espalhamento elástico, e grande motivador para novas medidas deste sistema foram as propriedades do halo de ${}^6\text{He}$, observadas em nossos dados, que levam a um aumento do raio do potencial imaginário com o decréscimo da energia [Moh10]. Este comportamento foi observado em análises similares do sistema ${}^6\text{He}+{}^{209}\text{Bi}$ [Moh00]. Tal comportamento não é observado para as alfas. Portanto, este comportamento pode ser usado como uma assinatura das propriedades do halo de ${}^6\text{He}$ e deveria ser testado como uma assinatura geral para o caso de outros núcleos halo.

No presente, estamos interessados em realizar novas medidas em energias mais baixas do que as já realizadas, para tentar descobrir até onde ocorre o aumento do raio do potencial imaginário com o decréscimo da energia.

Estas novas medidas também podem ser interessantes no estudo das alfas produzidas durante a colisão ${}^6\text{He}+{}^{120}\text{Sn}$. Em nosso trabalho [Far10a] estudamos as contribuições dos canais de *breakup* nuclear, fusão, transferências de 1 e 2 nêutrons. Uma mudança na energia poderia alterar a importância das contribuições de cada canal para a produção destas alfas.

Materiais e métodos:

Para estimar a duração destes experimentos utilizamos as informações obtidas durante minha tese de doutoramento.

O sistema RIBRAS produz um feixe radioativo de ${}^8\text{Li}$ com intensidade aproximada de 10^5 pps a partir da reação ${}^9\text{Be}({}^7\text{Li}, {}^8\text{Li})$, utilizando o feixe de ${}^7\text{Li}$ do Pelletron como feixe primário. Contamos com um alvo secundário de $3.8\text{mg}/\text{cm}^2$ de ${}^{120}\text{Sn}$ e um conjunto de detectores (4 telescópios móveis e 1 fixo para o ângulo mais traseiro) com cerca de 15msr de ângulo sólido. Para determinar a densidade do ${}^8\text{Li}$ precisamos medir as distribuições angulares das seções de choque de espalhamento até ângulos bem traseiros (utilizei como critério $s/\text{sr}=0.2$ no último detector). Com um V_{term} de 7MeV ou mais, teríamos uma distribuição angular do sistema ${}^8\text{Li}+{}^{120}\text{Sn}$ com $e\text{Lab}=25\text{MeV}$. Calculando para 100 graus como detector mais traseiro teremos aproximadamente $2,5$ contagens por hora. A cada quatro horas é necessário parar por uma hora para uma medida com alvo de ouro para fins de normalização.

Contando 18 horas por dia de medidas no alvo de interesse, teremos aproximadamente 45 contagens. Com 5 dias é possível medir uma distribuição angular completa.

Solicito 10 dias para este experimento.

Para o futuro experimento de ${}^6\text{He}+{}^{120}\text{Sn}$, mediremos distribuições angulares com energia abaixo de 17.4 MeV (distribuição medida anteriormente). Utilizando V_{term} 6MeV ou menos. Para este experimento solicito 15 dias, 5 para cada distribuição, tempo parecido com o utilizado em meu doutorado.

Total solicitado: 10 dias (para o primeiro ano)

Para este ano pretendemos medir apenas o ${}^8\text{Li}+{}^{120}\text{Sn}$ e por isso pedimos apenas 10 dias.

Referências:

[Lic05] R. Lichtenthäler et al.,

Eur. Phys. J. A 25,733 (2005); *Nucl. Phys. News* 15, 25 (2005).

[Far10] P.N. de Faria, R. Lichtenthaler et al.

Physical Review C **81**, 044605 (2010).

[Far10a] P.N. de Faria, R. Lichtenthaler et al.

Physical Review C **82**, 034602 (2010).

[Ben07] E. A. Benjamim, et al.,

Phys.Lett. B 647, 30 (2007).

[Sou10] D.P. Souza et al.,

Nuclear Physcs A 836, 1-10 (2010.)

[Far08] Pedro Neto de Faria,

Tese de doutoramento, IFUSP (2008).

[Mohr10] P. Mohr, P.N. de Faria, R. Lichtenthäler e t al.,

Physical Review C **82**, 044606 (2010).

[Mohr00] P. Mohr,

Phys. Rev. C 62, 061601 (2000).