

MEDIDA DAS TAXAS DE TRANSIÇÃO DA BANDA $J^\pi = 11^(-)$ DO ^{136}Pr ATRAVÉS DA TÉCNICA RDDS

Bianca Antonia Costa Mangabeira¹, Prof. Dr. Luiz Guilherme Regis Emediato²

^{1,2} Centro Universitário Fei

biancaantoniacm.ba@live.com / prelemediato@fei.edu.br

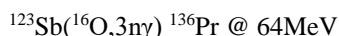
Resumo: o objetivo deste projeto é estudar, através da técnica de medida de distância de recuo e efeito Doppler (RDDS), as vidas médias dos estados nucleares excitados do ^{136}Pr . A vida média nuclear permite estabelecer o grau de coletividade nuclear (deformação β), que é um parâmetro importante para inferir sobre os modelos nucleares dos átomos de massas definidas. Os dados analisados foram obtidos em experiências anteriores no laboratório do Acelerador Pelletron.

1. Introdução

Os modelos teóricos da estrutura nuclear para determinadas regiões de massa atômica são limitados. Para conhecer a estrutura nuclear do ^{136}Pr e fazer sua descrição teórica, a deformação β é um fator importante que pode ser determinada a partir das medidas de vidas médias dos níveis. Para isto, calcula-se o tempo de vida médio do núcleo excitado através da técnica RDDS [1].

A vida média é o tempo médio de decaimento do estado nuclear, que neste caso será analisado através da técnica Doppler, a qual só é aplicável para vidas-médias muito curtas, da ordem de 1ps. Este método, mede os raios gama dos núcleos de recuo permitindo verificar quando estes sofreram um deslocamento Doppler, pela variação de energia $\Delta E = E_s - E_0$ que depende do ângulo de observação θ : $E = E_0(1 + \beta \cos \theta)$, onde β é o fator de Lorentz, e pela variação da distância que é proporcional ao tempo.

Pra isto serão analisados os dados, provenientes dos resíduos excitados gerados através da reação nuclear:



2. Metodologia

Para verificar o comportamento nuclear através da emissão de raios gama em voo e sua respectiva variação de intensidades é necessário um equipamento que permita variar a distância com muita precisão, um transdutor de tempo, denominado Plunger [2], constituído de um alvo fixo e um anteparo móvel (stopper) que desloca-se em movimento longitudinal paralelo ao alvo [1], com passo de $\frac{1}{11} \mu\text{m}$ e translação máxima de 20mm [3]. O Plunger pode ser visto na Figura 1 e seu esquema de funcionamento na Figura 2.



Figura 1 – Plunger acoplada a canalização 30°A do acelerador Pelletron

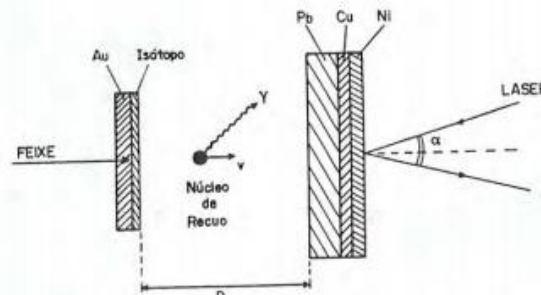


Figura 2 – Detalhamento do método RDDS: alvo e stopper, em representação esquemática

A técnica de RDDS consiste na emissão de um feixe de íons pesados, com energia suficiente para produzir núcleos, com uma determinada velocidade de recuo, após a colisão com o alvo (Figura 2). Este núcleo excitado recua do alvo e viaja através do vácuo até o stopper metálico. Os detectores captam os raios gama emitidos durante o voo e os gamas emitidos após o freamento no anteparo.

A energia liberada durante o voo é a energia com desvio Doppler (shifted) nominada de E_s e produz um pico deslocado que é função do ângulo de detecção. A energia liberada no anteparo é energia E_0 (unshifted), sem deslocamento doppler. Conforme varia-se a distância D a quantidade de núcleos do grupo S , isto é, que liberam energia em voo, aumentam e do grupo U diminuem. A intensidade de cada um dos fotopicos (U e S) é obtida através da integração de suas áreas, através do software DAMM [4]. Na Figura 3 é possível ver o resultado gráfico para a integração do espectro.

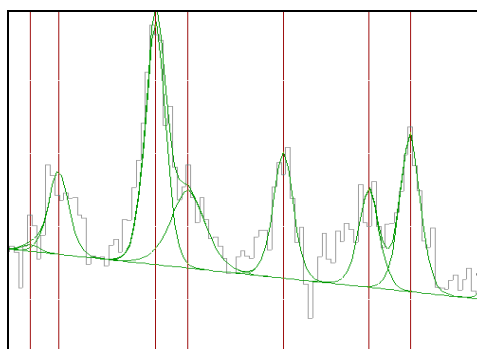


Figura 3 - Integração das áreas para obtenção das intensidades dos picos de energia através do Software DAMM. O pico de maior intensidade corresponde a transição $E_0=314\text{keV}$ e seu respectivo pico doppler $E_s=317\text{keV}$

A área encontrada é equivalente a intensidade dos fotopicos. A razão R das intensidades unshifted (I_0) e shifted (I_s) normalizadas é dada pela equação 1:

$$R_o = \frac{I_o}{I_o + I_s} \text{ e } R_s = \frac{I_s}{I_o + I_s} \quad (1)$$

O comportamento de R é exponencial conforme descrito pela equação 2:

$$R_o = e^{-\frac{D}{v\tau}} \quad (2)$$

onde D é a distância do alvo ao stopper, v a velocidade de recuo e τ a vida-média desejada.

A análise final é baseada no software LIFETIME para o cálculo das vidas médias. Este software executa um ajuste de mínimos quadrados sobre os dados experimentais, considerando o esquema global de decaimento energético conhecido do núcleo, de acordo com as equações de Bateman [5].

3. Resultado e conclusões

Os gráficos de R_s e R_u em função da distância para as transições 241keV e 314keV estão representados abaixo (Figura 4 e Figura 5).

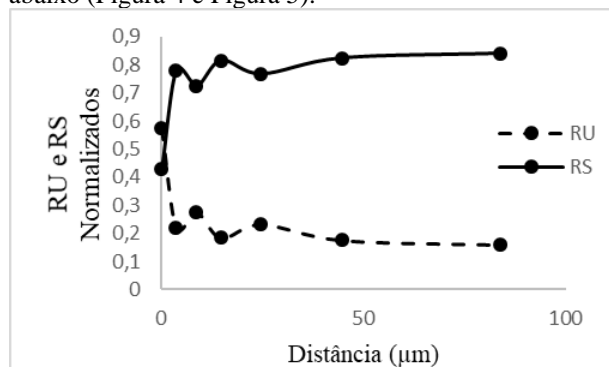


Figura 4 – R_u e R_s em função da distância para a transição 241keV

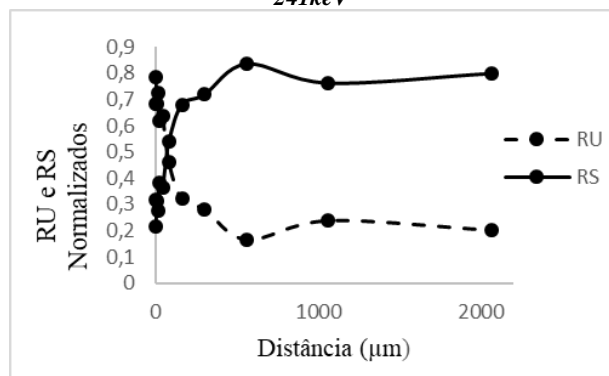


Figura 5 - R_u e R_s em função da distância para a transição 314 keV

Os resultados experimentais indicam exponenciais com slopes acentuados em R_o e R_s para as transições estudadas da banda $J^\pi=11^-$, Figura 6. Conseguimos localizar os deslocamentos doppler e gerar os gráficos das intensidades normalizadas das transições 230 keV, 241keV, 263keV, 314keV e 405keV.

As irregularidades dos gráficos serão posteriormente corrigidas no LIFETIME, durante os ajustes de regressão para o cálculo das vidas-médias. Apesar disto, é possível observar nitidamente o comportamento exponencial das curvas, assim como o crescimento de uma em detrimento da redução da outra.

¹³⁶Pr

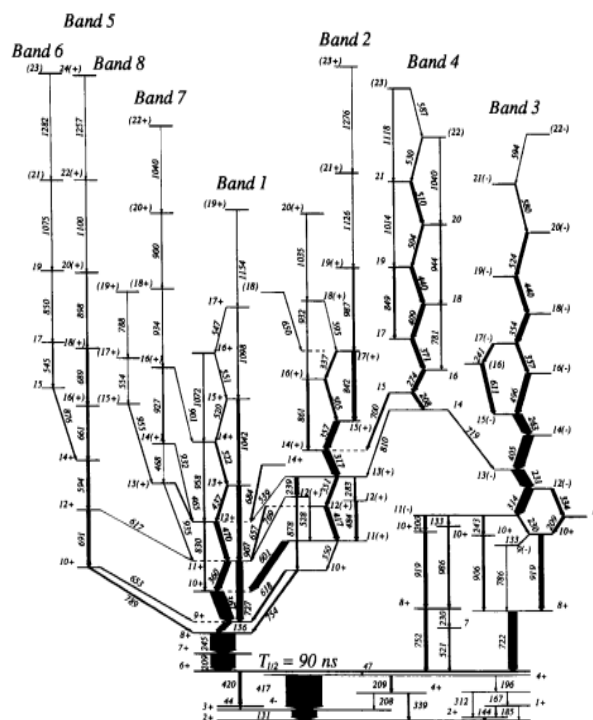


Figura 6 - Esquema de níveis do ¹³⁶Pr [6]. Banda 3 estudada.

4. Conclusões

Até o presente momento, caminhamos para o objetivo esperado, que é a obtenção das vidas médias através de R, conforme a equação 2. Estamos quase na etapa final, faltando a integração da região de 417keV. O levantamento dos gráficos de R realizados são exponenciais como esperado e trazem boas expectativas quanto ao resultado final.

5. Referências

- [1] L.G.R. Emediato, Tese de Doutorado, Vidas Médias em ^{133.132}Ce e ¹³⁶Pr, Universidade de São Paulo (1996).
- [2] L.G.R. Emediato, Tese de Mestrado, Estudo de Bandas Rotacionais em ¹³⁶Pr Através do Método de Espectroscopia γ em Linha, Universidade de São Paulo (1990).
- [3] L.G.R. Emediato – Projeto Plunger — Medida de Meias-Vidas de Estados Nucleares Excitados, Monografia apresentada ao I Prêmio Gleb Wataghin para Jovens Cientistas, FAPESP (1988).
- [4] W.T. Milner – UPAK - DAMM, STOPX, EVAPOR, Oak Ridge National Laboratory-ORNL (1994).
- [5] J.C. Wells, M.P. Fewell & N.R. Johnson – LIFETIME, A Computer Program for Analyzing Doppler-Shift Recoil-Distance Nuclear Lifetime Data, Oak Ridge National Laboratory, ORNL/TM-9105, (1985).
- [6] C. M. Petrache et al., Evolution from spherical to various deformed shapes in the odd-odd ¹³⁶Pr nucleus, Nuclear Physics A 603 (1996) 50-76

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 03/19 a 02/20.