

CALIBRAÇÃO DE UM FEIXE QUASE-MONOENERGÉTICO DE NÊUTRONS DE 24 keV



Márcio F. F. Kataoka, Mauro S. Dias,
Departamento de Calibração e Dosimetria - ND

OBJETIVO

Feixes de nêutrons com espectro e fluência conhecidos são de grande importância em diversas áreas de aplicação, tais como: dosimetria de nêutrons, medidas de secções de choque, cálculos de blindagem, calibração de instrumentos etc.

Dentre as fontes de nêutrons conhecidas, tem-se os feixes quase-monoenergéticos de nêutrons, obtidos pela filtração do espectro de nêutrons provenientes de um reator nuclear utilizando materiais adequados, colocados no caminho do feixe. Algumas vantagens deste método são: custo relativamente baixo em sua instalação e baixa intensidade da radiação gama que acompanha o feixe [1].

O objetivo do presente trabalho consiste na calibração de um feixe quase-monoenergético de nêutrons instalado em um dos canais de irradiação do reator IEA-R1 do IPEN-CNEN/SP. O arranjo é constituído de filtros de ferro, alumínio e enxofre com alta pureza, possibilitando a obtenção de um feixe de nêutrons com energia de 24 keV.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados como filtros são: ferro (99,7% de pureza), alumínio (99,5% de pureza) e enxofre (compactado, grau P.A.). Estes filtros tem forma cilíndrica, com 5,1 cm de diâmetro, em módulos de 5 ou 10 cm de comprimento. Eles foram colocados no interior de um colimador constituído por tubos de alumínio, preenchidos com concreto de barita. Outros colimadores, confeccionados de aço inox, latão

ou chumbo, foram utilizados para definir o diâmetro do feixe. O arranjo foi instalado no canal de irradiação BH-10 do reator IEA-R1. Posteriormente, em razão da utilização deste canal para outro experimento, o arranjo será transferido para o BH-3. O projeto e construção dos colimadores adicionais, necessários para esta instalação já foram concluídos.

O espectro de energia produzidos no feixe foram medidos em detectores proporcionais preenchidos com gás H₂ ou CH₄, aplicando-se a técnica de detecção de prótons-de-recuo. Estes espectros foram analisados em programas específicos, desenvolvidos no presente trabalho, que convertem o espectro de prótons-de-recuo em espectros de energia de nêutron. As medidas apresentadas neste resumo compreendem aos espectros obtidos empregando um filtro de ferro com 70 cm de comprimento, internamente ao canal de irradiação. Espessuras variáveis de alumínio e enxofre, foram introduzidas externamente ao canal, para verificar a eficácia destes materiais para a eliminação de nêutrons de energias diferentes de 24 keV, para obter um feixe o mais mono-energético possível, sem que a linha principal fosse excessivamente atenuada. Estão sendo desenvolvidos cálculos teóricos do espectro de nêutrons transmitidos pelos filtros e de correções para a forma dos espectros de próton-de-recuo a fim de se estabelecer uma comparação entre os espectros de nêutrons experimentais e os preditos teoricamente.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados de fluxo de nêutrons na energia de 24,74 keV, para

diferentes condições de filtragem. Nesta tabela, o espectro direto corresponde ao espectro de prótons-de-recuo, integrando-se diretamente as contagens no espectro e corrigindo-se para a eficiência do detector.

TABELA 1 Resultados para o fluxo de nêutrons na energia de 24,74 keV.

TIPO DE FILTRO ^a	ESPECTRO DIRETO (cm ⁻² .s ⁻¹)	ESPECTRO DIFERENCIAL (cm ⁻² .s ⁻¹)
-	1414	1368
20 cm Al	741	741
30 cm Al	536	532
5 cm S	1112	1094
10 cm S	998	995

^a Em todas as medidas permaneceu um filtro de 70 cm de Fe no interior do canal de irradiação

Pode-se observar um excelente acordo entre os valores de fluxos calculados por meio dos espectros direto e diferencial, indicando boa consistência interna da metodologia utilizada. Nota-se também que a atenuação da linha de 24 keV é cerca de 50% para 20 cm de Al e atinge 62% para 30 cm de Al. A atenuação provocada pelos filtros de enxofre é bem menos acentuada, em parte pelo fato das espessuras e densidades serem menores.

A Tabela 2 mostra a variação do fluxo de nêutrons para a energia de nêutron secundária mais importante (137,85 keV). Nesta tabela, o fluxo de nêutrons está normalizado para 1368 cm⁻².s⁻¹ na energia de 24,74 keV.

Observa-se, pela tabela a seguir, que a linha de 137 keV é atenuada para 2,4% de seu valor inicial, quando utiliza-se 30 cm de Al, indicando que este valor de espessura é adequado para o filtro de Al. O filtro de enxofre com 10 cm de espessura juntamente com 30 cm de Al pode atenuar a linha de 137 keV para cerca de 0,45% da linha de 24,74 keV, indicando uma boa combinação de filtros.

CONCLUSÃO

As medidas efetuadas até aqui mostram a possibilidade de estimar o fluxo relativo de nêu-

TABELA 2 Resultados para o fluxo de nêutrons na energia de 137,85 keV, para diferentes filtragens, normalizados para o mesmo fluxo em 24,74 keV (1368 cm⁻².s⁻¹).

TIPO DE FILTRO ^a	FLUXO RELATIVO (cm ⁻² .s ⁻¹)
-	1302
20 cm Al	78,1
30 cm Al	33,1
5 cm S	477
10 cm S	179

^a Em todas as medidas permaneceu um filtro de 70 cm de Fe no interior do canal de irradiação

trons tanto da energia principal de 24,74 keV, como das energias secundárias presentes no feixe, utilizando a metodologia apresentada. Para uma medida absoluta é necessário conhecer-se melhor a concentração de átomos de Hidrogênio do gás.

Os resultados indicam que a combinação de 30 cm de alumínio com 10 cm de enxofre é uma boa combinação de filtros, os quais associados ao filtro de Fe pode reduzir a intensidade da linha secundária mais intensa para 0,45% do valor obtido sem a presença desse filtros adicionais.

Novas medidas deverão ser efetuadas, utilizando o canal BH-3 do reator IEA-R1, para determinar o fluxo de nêutrons de forma absoluta. Um cálculo das incertezas envolvidas deverá ser desenvolvido, de modo a avaliar a incerteza global do método e identificar as principais fontes de erro.

REFERÊNCIAS

- (1) Harvey, J. A. and Hill, N. W. , "Neutron filters for producing monoenergetic neutron beams". Proc. Int. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology", Antwerp, 6-10 September 1982 p. 856.