

## LABORATÓRIO DE ESTRUTURA DA MATÉRIA III

# PRÁTICA: ESPECTROSCOPIA GAMA ( $\gamma$ )

## INTRODUÇÃO

A análise das energias das emissões  $\gamma$  por núcleos atômicos permite obter importantes informações sobre a estrutura de níveis energéticos dos sistemas nucleares, de forma análoga ao que se faz com a espectroscopia óptica ou de raio-X, que permitem obter informações sobre os níveis energéticos dos átomos.

## OBJETIVOS

- Usar um espectrômetro  $\gamma$  para estudar o espectro de emissão  $\gamma$  de algumas fontes radioativas.
- Fazer a calibração de energia do sistema a partir dos picos de absorção por efeito fotoelétrico dos raios  $\gamma$  de algumas fontes e dos valores tabelados para a energia destes fótons.
- Obter as energias de picos de interesse de outras fontes usando a calibração estabelecida anteriormente, comparando estes valores medidos com os valores tabelados.

## APARATO EXPERIMENTAL

O equipamento utilizado é o UCS-30 [1] da empresa Spectrum Techniques [2], composto por:

- cintilador de iodeto de sódio dopado com tálio (NaI(Tl)) acoplado à uma fotomultiplicadora e base divisora de tensão;
- unidade de controle e processamento de sinais;
- software associado.

Para o estudo dos espectros de energia, o equipamento deve ser operado no modo PHA (Pulse Height Analysis), em que cada pulso tem sua altura (amplitude) analisada e convertida em um valor ADC (Analog-to-Digital Converter), o qual é registrado e adicionado a um histograma. Uma coleção de valores de amplitude de pulsos forma um espectro.

Mais informações sobre o equipamento e sua operação podem ser obtidas no manual disponível online [3] ou no submenu **Help** do software de operação.

## OBSERVAÇÃO DOS ESPECTROS E COLETA DE DADOS

Após ligar o equipamento e o software de aquisição de dados, estude os espectros de algumas das fontes, observando os picos de maior intensidade e tentando relacioná-los com as informações fornecidas na Tabela 1 sobre as energias características das radiações  $\gamma$  emitidas pelas fontes. Não deixe de observar as fontes de Co-60, Cs-137 e Na-22 que possuem picos muito bem definidos para algumas energias.

Faça coletas de dados separadamente para cada fonte de interesse. Faça também uma coleta de dados sem a presença de qualquer fonte para o registro da radiação ambiente (fundo). Ao final de cada coleta **salve os dados** em dois formatos, o formato nativo (**.spu**) e o formato texto (**.tsv**). O primeiro pode ser recarregado no software do UCS para visualização e análise e o segundo é útil para uma análise com ferramentas externas como planilhas e programas de análise desenvolvidos pelo estudante/grupo. Crie uma subpasta dentro da pasta de Estrutura III no PC de aquisição de dados.

A duração de cada coleta de dados deve ser determinada pelo estudante/grupo tendo como parâmetro a obtenção de uma estatística significativa em cada espectro registrado. Um critério sugerido é que o número de contagens nos picos de interesse (pico de absorção por efeito fotoelétrico) não seja menor do que 100 contagens. De maneira genérica, o tempo de coleta deve ser de 5 a 10 minutos.

## CALIBRAÇÃO

Selecione 3 picos dentre os espectros observados e utilize-os para estabelecer uma calibração de energia para o sistema. Isto é feito através da associação entre o número do canal que melhor representa o pico e o valor da energia conhecida para aquele pico. Siga as instruções contidas no manual do software para efetuar a calibração. Procure usar na calibração 3 valores de energia que cubram da maneira mais uniforme possível a amplitude de energias dos raios  $\gamma$  emitidos pelas diversas fontes.

## ESTUDO DE OUTRAS FONTES COM O SISTEMA CALIBRADO

Use a calibração estabelecida anteriormente para estudar outras fontes, obtendo medidas das energias de picos de interesse e comparando-as com os valores fornecidos.

Informações sobre os núclídeos, incluindo seus decaimentos, são disponibilizadas em vários sites de internet. Por exemplo, em [4] e [5].

## RELATÓRIO

- Descreva sucintamente os procedimentos experimentais (1 ou 2 páginas no máximo).
- Forneça os valores usados na calibração.
- Compare os valores dos picos de energia obtidos dos espectros coletados calibrados com os valores de referência fornecidos junto com as fontes.
- Ilustre o relatório com algum gráfico de um espectro, se possível.

OBS.: Procurem o professor caso queiram discutir aspectos da prática que não tenham sido bem compreendidos.

## REFERÊNCIAS

- [1] Sistema UCS-30: <https://www.spectrumtechniques.com/products/complete-systems/ucs-30-system/>  
[2] Web site: <https://www.spectrumtechniques.com/>  
[3] Manual do sistema UCS-30: <http://www.spectrumtechniques.com/wp-content/uploads/2016/12/UCS30-Manual.pdf>  
[4] Online table of nuclides, Nuclear Data Center at KAERI: <http://atom.kaeri.re.kr/nuchart/>  
[5] IAEA - Nuclear Data Section: <https://www-nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>

## CONJUNTO DE FONTES DO KIT DE LABORATÓRIO

**Tabela 1: Dados das fontes emissoras  $\gamma$  (Modelo RSS 8).**

Isótopo	Atividade ( $\mu$ Ci)	Meia-vida	Picos de Interesse (MeV)
Bário-133	1	10,8 anos	0,081 , 0,276 , 0,303 , 0,356 , 0,384
Cádmio-109	1	462 dias	0,088
Césio-137	1	30,2 anos	0,662
Cobalto-57	1	272 dias	0,122 , 0,136
Cobalto-60	1	5,27 anos	1,173 , 1,333
Manganês-54	1	313 dias	0,835
Sódio-22	1	2,6 anos	0,511 , 1,275