

Experiência: Análise do espectro de energia

Processos de absorção da energia

No processo de detecção dos fótons gama entram diversos efeitos físicos como sejam o efeito fotoelétrico, dispersão de Compton e conversão em pares. A probabilidade de ocorrer cada um destes processos depende da energia do fóton. Para baixas energias existe também a probabilidade da ocorrência de dispersão elástica do fóton (dispersão de Rayleigh), mas que não contribui para a deposição de energia. Neste trabalho pretende-se identificar as zonas características de um espectro de energia e os vários processos físicos envolvidos.

1. Monte o sistema de acordo com o esquema na figura, polarizando convenientemente o detector de NaI(Tl).
2. Coloque uma fonte de ^{137}Cs em frente ao detector e adquira o espectro de energia no multicanal durante alguns minutos, até obter uma boa estatística no fotopico. Adapte previamente o ganho do amplificador de forma a que o pico do fóton de 662 keV se encontre num canal do multicanal correspondente sensivelmente a 1/4 do canal máximo.

Questões:

1. No espectro de energia obtido identifique as regiões seguintes:
 - a) Pico de absorção total
 - b) Limiar de Compton
 - c) Patamar de Compton
 - d) Pico de retrodispersão
2. Relativamente ao pico de absorção total obtenha (usando o software do MCA ou outro programa): o canal do centroide, o canal do máximo, a largura a meia altura, o integral total e a área do pico (subtraído o fundo).
3. Relativamente ao limiar de Compton obtenha o canal correspondente ao máximo do limiar.
4. Relativamente ao pico de retrodispersão obtenha: o canal do centroide, o canal do máximo.

Laboratório Avançado de Física Nuclear

5. Após a calibração do sistema converta os valores medidos para energia e compare com a previsão teórica para cada um dos casos.

Resolução em energia do sistema

A resolução do sistema é uma grandeza que dá a indicação do poder de separação entre dois picos próximos e que pode ser definida a partir da razão entre a largura a meia altura e o centroide do pico.

Questões: Usando os dados adquiridos obtenha a curva de variação da resolução com a energia. Faça um ajuste a essa curva procurando obter a melhor relação de dependência da resolução com a energia.

Soma de sinais

Existe a probabilidade de dois fótons distintos atingirem o detector separados por um intervalo de tempo inferior àquele que o detector necessita para os separar. Nesse caso a energia de ambos os sinais é somada num único sinal. Este pico soma é uma forma de coincidência de sinais. Este pico soma pode constituir um efeito parasita, retirando sinais que deveriam pertencer a outros picos. Consideremos uma fonte de actividade A emite fótons de energia E_1 , com uma probabilidade de emissão por desintegração b_1 e que estes são detectados com uma eficiência ε_1 num detector que apresenta relativamente à fonte uma fracção de ângulo sólido de $\Delta\Omega/4\pi$. Na ausência de fenómenos de soma de picos, o número deste fótons detectados seria de $N_1 = A b_1 \varepsilon_1 \Delta\Omega/4\pi$. Para um segundo fóton de energia E_2 esse número seria de $N_2 = A b_2 \varepsilon_2 \Delta\Omega/4\pi$. Então para fótons sem correlação entre si o número de eventos soma será dado por $N_{12} = A b_1 \varepsilon_1 b_2 \varepsilon_2 (\Delta\Omega/4\pi)^2$. Notamos pois que o número deste tipo de eventos aumenta com o quadrado do ângulo sólido coberto pelo detector.

1. Coloque o mais próximo que puder do detector uma fonte de ^{22}Na ou ^{60}Co . Adquira o espectro de energia durante alguns minutos. Registe o espectro.
2. Afaste a fonte alguns centímetros e volte a registar o espectro.

Questões:

1. Verifique que o pico soma se encontra no canal correspondente à soma dos canais

Laboratório Avançado de Física Nuclear

dos picos que lhe dão origem

2. A diminuição no número de contagens no pico soma está de acordo com o que esperava? Porquê?

Picos de retrodispersão e de fluorescência.

Um fóton emitido pela fonte radioactiva pode ser difundido antes de ser detectado. No caso de ser difundido por efeito de Compton fora do detector terá uma energia menor que o fóton inicial. Essa poderá ter valores compreendidos entre o valor da energia inicial e o mínimo de

$$E_{min} = \frac{E_y}{1 + 2 \frac{E_y}{m_e c^2}}$$

no caso em que o fóton é retrodifundido no material difusor. Dada a relativa elevada probabilidade deste processo, pode aparecer no espectro de energia um pico devido a fótons retrodifundidos no exterior do detector, podendo o número destes fótons variar com os materiais colocados na vizinhança do detector.

Outro fenómeno que resulta da interacção da radiação com os materiais vizinhos do detector é a produção de radiação por fluorescência de raios-X. Neste caso a radiação gama é absorvida nos materiais por efeito fotoeléctrico existindo posteriormente a emissão de raios-X característico do material absorvedor.

1. Coloque uma fonte de ^{137}Cs em frente ao detector e adquira um espectro de energia durante alguns minutos e em seguida guarde este espectro
2. Coloque atrás da fonte uma placa de chumbo de alguns milímetros de espessura. Adquira o espectro durante o mesmo tempo.
3. Pode substituir a placa de chumbo por uma placa de estanho e repetir a aquisição do espectro.

Questão:

Nos diversos espectros identifique os picos de retrodispersão e de fluorescência. Calcule a energia correspondente e compare com a previsão teórica.