

Laboratório de Física Experimental Avançada I

Trabalho de Laboratório

Espectroscopia Alfa e perda de energia na matéria

V0.9

1. Introdução

No decaimento β um próton ou um neutrão transformam-se em neutrão ou próton emitindo uma partícula β^+ ou β^- e um neutrino. A energia disponível para o decaimento Q é partilhada entre as duas partículas. Assim, o espectro de energias será contínuo com um máximo (end-point) que corresponde à situação em que a partícula β tem a energia total Q .

Em núcleos excitados há a emissão de energia quando o núcleo retorna ao estado fundamental. Esta energia pode ser emitida sob a forma de radiação γ ou, alternativamente, pode ser emitido um electrão de conversão interna. Ou seja, a energia é fornecida a um electrão da nuvem atómica que sai do átomo com energias bem definidas.

O espectrómetro é formado por uma fonte emissora de partículas α e um detetor semiconductor de barreira de superfície (de silício), inseridos numa câmara onde se pode estabelecer vácuo primário ($\sim 10^{-4}$ mbar). A cadeia eletrónica está integrada numa unidade eletrónica única (espectrómetro α Soloist). Esta cadeia é composta por gerador de tensão regulado a +70 V (“bias voltage”), gerador de impulsos (“pulser/marker”), pré-amplificador e dois amplificadores de tensão, linear e de janela. A digitalização dos sinais é efectuada por uma placa analisadora multicanal (MCA) inserida num PC.

Cuidado com as regras de segurança na operação da câmara de vácuo e do detetor:
A tensão “bias” tem que estar desligada ao fazer vácuo ou ventilar, abrir ou fechar a porta da câmara
Válvula em “pump” \rightarrow bomba de vácuo ligada

2. Espectroscopia de precisão de fonte emissora α

Dado que as radiações α têm valores de energia muito elevados e relativamente próximos (tipicamente picos de 4-6 MeV), usa-se o amplificador de janela para rejeitar a parte do espectro de energia sem interesse e expandir a parte relevante a partir de um certo limiar, de modo a obter-se na região de análise uma calibração que permita a visualização dos diferentes picos. Para utilizar o amplificador de janela, utilizar a saída “Energy”

- Escolha da região de trabalho: aquisições, com uma fonte de ^{241}Am e ^{210}Po , usando todas as gamas de energias pré-selecionadas do amplificador de janela. Escolher a gama mais indicada.
- Obtenção de uma expressão da calibração a partir dos valores nominais da região escolhida.
- Calibração em energia com o auxílio de um gerador de impulsos graduado com a fonte de ^{210}Po , na região escolhida do amplificador de janela.
- Estudo do espectro de energia de uma fonte emissora α : obtenção das energias e das probabilidades de ocorrência dos seus picos para posterior identificação do nuclideio em tabelas.¹ Discuta a possível existência de erros sistemáticos.

¹ Mesmo conhecendo o elemento, efectue o raciocínio que permitiria a identificação da fonte.

- Cálculo das resoluções em energia.

3. Estudo de atenuação das partículas α na matéria

Nesta parte do trabalho pretende-se analisar a perda de energia na matéria comparando a energia medida com vácuo e com ar na câmara.

- Calibração em energia com o auxílio do gerador de impulsos, graduado com a fonte de ^{210}Po , usando o amplificador linear.
- Comparação da energia medida com o detector com e sem ar na câmara

Extensão caso se trate de um trabalho final

- Estudo da perda de energia de partículas α , provenientes de uma fonte de α (fonte de ^{210}Po ou ^{241}Am), em camadas de ar de espessuras crescentes. Utilize as diferentes prateleiras.
 - Poderá ser interessante estimar/medir o ângulo sólido para diferentes prateleiras
- Comparação dos resultados experimentais com os métodos teóricos do alcance, do dE/dx_{medio} (global) e do dE/dx por troços.
- Discuta a precisão da medida com a fonte de ^{240}Am e com a de ^{210}Po .

Nota: Deve sempre ser usado o valor de 5305 keV para a energia das partículas α emitidas pela fonte de ^{210}Po .

Notas

Incertezas

Nos diversos trabalhos pretendem-se efectuar medidas de alta precisão. Pode tomar como referência 0.1% de incerteza relativa. Poderá considerar incertezas estatísticas mais baixas (resultado mais precisos) mas tenha em atenção que as incertezas sistemáticas poderão dominar a medição). Deverá sempre ser tido em consideração a possibilidade de existência de incertezas sistemáticas. Sempre que possível estime a incerteza sistemática.

Calibração

Alguns detectores (por exemplo os espectrómetros com detectores de Silício) poderão indicar valores em unidade de energia (MeV). Como por exemplo o valor da escala do “pulser/Marker” ou os valores das regiões de energia. Atenção que os detectores **não estão calibrados** e estes valores **não são válidos**. É sempre necessário efectuar uma calibração. Pode-se assumir a linearidade do “pulser” mas não o seu valor absoluto.

Estatística e tempos de aquisição

É necessário ter em atenção a estatística pretendida e o tempo de aquisição necessário. É aconselhável fazer uma aquisição muito rápida com baixa estatística para perceber de uma forma grosseira a localização dos picos e a actividade da fonte para, com essa informação, planear as aquisições mais longas.