

Laboratório de Física Experimental Avançada I

Trabalho de Laboratório

Espectroscopia β e electrões de conversão

V 0.9

1. Introdução

No decaimento β , um protão ou um neutrão transformam-se num neutrão ou num protão, 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 é 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.

As duas situações descritas podem estar presentes numa fonte radioactiva. Nestes casos o espectro de energia apresenta uma componente contínua e uma componente discreta.

Os elementos principais do espectrómetro são uma fonte emissora de electrões e um detetor semiconductor de barreira de superfície (de silício), de grande profundidade de depleção ($\sim 500 \mu\text{m}$) que se encontram numa câmara em que pode ser feito vazio primário ($\sim 10^{-4}$ mbar). Tanto a câmara de vácuo como a cadeia eletrónica associada (composta por gerador de tensão regulado a 100 V, gerador de impulsos, pré-amplificador e amplificador de tensão) estão integradas num só módulo eletrónico (TC256). Segue-se uma placa analisadora multicanal 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. Calibração

Calibração com gerador de impulsos, normalizado ao pico de conversão interna de 620 keV. Os electrões com esta energia são subsequentes ao decaimento β^- do ^{137}Cs para o estado de 662 keV do ^{137}Ba .

3. Limite cinemático

Determinação do limite cinemático (end-point) da distribuição em energia das partículas β^- oriundas de uma fonte de ^{204}Tl .

4. Estudo da fonte de Bismuto

Estudo de electrões de conversão provenientes de uma fonte de ^{207}Bi :

Estudo do espectro β proveniente dessa fonte;

Medição das taxas de contagem dos eletrões de conversão oriundos da fonte de ^{207}Bi , em função da camada atómica de onde provêm.

5. Estudo do detector

Cálculo das resoluções em Energia.

Estudo da dependência da resolução com a energia

Estime de forma grosseira a eficiência do detector para partículas γ

Extensão caso se trate de um trabalho final

Estudo da atenuação na matéria e da eficiência de detecção consoante a energia das partículas.

- Estudo da perda de energia em materiais de baixa densidade.
- Estudo da perda de energia no encapsulamento de fontes fechadas.
- Comparação do espectro do ^{204}Tl de uma fonte fechada e de uma fonte aberta
- Estimativa da eficiência do detector para diferentes energias
- Estudo da fonte de ^{90}Sr ¹

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.

¹ Este elemento decai para um elemento instável.