

para a fonte de ^{204}Tl e de 83% para a fonte $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$. A relação entre radiação de fundo e a contagem beta é de aproximadamente 1 para 800. O sistema montado foi avaliado medindo a absorção da radiação beta em amostras de papel de diferentes densidades superficiais. Para as fontes emissoras de radiação beta utilizadas foram obtidos os valores do coeficiente de absorção em massa, a saber: a) para o ^{204}Tl $[(23,1 \pm 1,1) \text{ cm}^2 \times \text{g}^{-1}]$ e b) para a fonte de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ $[(7,3 \pm 0,4) \text{ cm}^2 \times \text{g}^{-1}]$.

[24/09/2000 - Paine]l

DETERMINAÇÃO DA TAXA DE DESINTEGRAÇÃO DO ^{152}Eu

MARINA F. KOSKINAS, MAURO S. DIAS, KÁTIA A. FONSECA

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Comissão Nacional de Energia Nuclear

O ^{152}Eu é um dos mais importantes radionuclídeos utilizados na calibração de espectrômetros gama que empregam detectores semi-condutores de germânio, por ser um multiemissor gama. Este radionuclídeo emite quase uma centena de fótons, sendo os dez mais intensos no intervalo de 100 keV a 1400 keV.

O ^{152}Eu decai pela dupla emissão β^- , β^+ e captura eletrônica sendo portanto difícil a determinação da atividade com boa exatidão. Visando solucionar as discrepâncias apresentadas pelos métodos de medida empregados atualmente, o BIPM (Bureau des Poids et Mesures) da França, patrocinou uma comparação internacional desse radionuclídeo. O Laboratório de Metrologia Nuclear do IPEN participou dessa comparação juntamente com o Laboratório Nacional de Metrologia das Radiações Ionizantes (LNMRI) do Rio de Janeiro.

Neste trabalho são apresentados o método escolhido para a padronização e os resultados iniciais obtidos.

O ^{152}Eu desintegra com uma meia-vida de 4939 d, com 27% de probabilidade por emissão β^- populando os níveis excitados do ^{152}Gd e com 73% de probabilidade por processo de captura eletrônica e emissão β^+ populando os níveis excitados do ^{152}Sm .

A determinação da taxa de desintegração de radionuclídeos que decaem pela dupla emissão β^- , β^+ e captura eletrônica requer inicialmente o uso de dois sistemas de medida distintos. O sistema convencional $4\pi\beta-\gamma$, utilizado na medida do ramo que desintegra pela emissão β^- β^+ e um sistema de coincidência raioX- γ para a medida do ramo que desintegra pelo processo de captura eletrônica, emitindo raios X característicos. A atividade é obtida pela combinação dos resultados das medidas nos dois sistemas de coincidência.

Por apresentar altos coeficientes de conversão interna na desexcitação tanto dos níveis do ^{152}Gd como do ^{152}Sm , o uso do segundo sistema de medida é dificultado, pois os raios-X característicos emitidos são originários tanto do processo de captura como da conversão interna.

Para determinação da taxa de desintegração do ^{152}Eu foi escolhido o método de coincidência que utiliza um detector proporcional para medida da emissão beta e raio-X e um detector semicondutor de germânio para a detecção dos gamas associados à emissão β^- e dos gamas associados ao processo de decaimento por captura eletrônica.

A solução de ^{152}Eu utilizada foi enviada pelo BIPM na forma de EuCl_3 em 0,1 N de HCl. As fontes para a medida no sistema de coincidência, foram preparadas depositando-se uma gota da solução em substrato de Collodion (nitrato de celulose) recoberto com ouro, com densidade superficial de $30 \mu\text{gcm}^{-2}$.

O sistema de medida utilizado é constituído de um detector proporcional, em geometria 4π operado a pressão atmosférica para a medida da radiação beta, raios-X, elétrons Auger e elétrons de conversão, acoplado a um cristal semicondutor de germânio para a detecção da radiação gama. Nesta medida selecionou-se dois intervalos de energias gama, o gama de 344 keV em coincidência com o ramo β^- e o gama de 1408 keV em coincidência com o ramo de captura eletrônica.

As expressões das taxas de contagem para as vias de detecção do sistema de coincidência $4\pi\beta-\gamma$ são dadas por:

$$N_{\beta} = N_0 a \left[\epsilon_{\beta} + (1 - \epsilon_{\beta}) I_{Gd} \left(\frac{\alpha \epsilon_{ec} + \epsilon_{\beta\gamma}}{1 + \alpha} \right)_{Gd} \right] + N_0 b \left[\epsilon_{X,A} + (1 - \epsilon_{X,A}) I_{Sm} \left(\frac{\alpha \epsilon_{ec} + \epsilon_{\beta\gamma}}{1 + \alpha} \right)_{Sm} \right]$$

$$N_{\gamma 1} = N_0 a I \frac{\epsilon_{\gamma}}{1 + \alpha} \text{ e com } \epsilon'_{\gamma} = \frac{\epsilon_{\gamma}}{1 + \alpha} \quad N_{c 1} = N_0 a \left[\epsilon_{\beta} \frac{\epsilon_{\gamma}}{1 + \alpha} \right] \text{ para o ramo beta}$$

$$N_{\gamma 2} = N_0 a I \frac{\epsilon_{\gamma}}{1 + \alpha}$$

$$\text{e } N_{c 2} = N_0 b \left[(\epsilon_{X,A} + \epsilon_{ec}) \frac{\epsilon_{\gamma}}{1 + \alpha} \right] \text{ para o ramo de captura,}$$

Onde:

N_0 é a taxa de desintegração da fonte,

a é a abundância do ramo beta,

ϵ_β é a eficiência para o ramo beta, I_{Gd} e I_{Sm} são as probabilidades de emissão gama das energias selecionadas, ^{152}Gd e ^{152}Sm respectivamente,

α é o coeficiente de conversão interna total,

$\epsilon_{X,A}$ é a eficiência do detector beta para elétrons Auger, raios-X

$\epsilon_{\beta,\gamma}$ é a eficiência do detector beta para a radiação gama.

b é a probabilidade de desintegração pelo o ramo de captura eletrônica,

ϵ_{ec} é a eficiência do detector beta para elétrons de conversão,

ϵ_γ é a eficiência do detector de HPGe para os gamas selecionados,

N_β e $N_{\gamma i}$ ($i = 1, 2$) são as taxas de contagem observadas nos detectores empregados, corrigidas para radiação de fundo, tempo morto e decaimento do modo usual.

N_{ci} ($i = 1, 2$) é a taxa de coincidências observadas, corrigida para tempo morto e coincidências acidentais usando o formalismo Cox-Isham (Cox and Isham., 1977).

Combinando-se as equações de $N_{\gamma i}$ e N_{ci} para cada ramo obtém-se as expressões para as eficiências ϵ_β e $\epsilon_{(X,A)} + \epsilon_{ec}$.

A taxa de desintegração N_0 foi determinada variando-se os parâmetros de eficiência beta ϵ_β e de eficiência X $\epsilon_{(X,A)} + \epsilon_{ec}$ pelo uso de absorvedores externos, que são colocados sobre a fonte radioativa de modo a diminuir a eficiência pela absorção dos betas e elétrons e raios-X de menor energia. Utilizou-se filmes metalizados de Collodion (com $40 \mu\text{gcm}^{-2}$ de espessura). Os absorvedores foram colocados sobre e sob a fonte.

A atividade foi determinada pela extrapolação simultânea dos parâmetros de ineficiência $\left(1 - \frac{N_{ci}}{N_{\gamma i}}\right) / \left(\frac{N_{ci}}{N_{\gamma i}}\right)$ para zero.

Na extrapolação bi-paramétrica os termos independentes considerados foram:

$$x_1 = \frac{1 - \frac{N_{c1}}{N_{\gamma 1}}}{\frac{N_{c1}}{N_{\gamma 1}}} \quad \text{e} \quad x_2 = \frac{1 - \frac{N_{c2}}{N_{\gamma 2}}}{\frac{N_{c2}}{N_{\gamma 2}}}$$

E o termo dependente $y = \frac{N_\beta}{\epsilon_\beta \epsilon_{EX}}$

Onde $\epsilon_\beta = \frac{N_{c1}}{N_{\gamma 1}}$

e

$\epsilon_{EX} = \frac{N_{c2}}{N_{\gamma 2}}$

A curva ajustada foi: $y = A + Bx_1 + Cx_2$

O resultado obtido foi de 575,2 kBq com uma incerteza de 1%. Serão feitas novas medidas com diferentes janelas gama para verificar a confiabilidade dos dados obtidos e se possível diminuir a incerteza final.

[24/09/2000 - Painel]

Estudo comparativo do desempenho de um dosímetro de extremidades com base nas respostas obtidas por diferentes métodos de análise

ÊUDICE CORREIA VILELA, RICARDO ANDRADE LIMA, MARIA DO SOCORRO NOGUEIRA, WALBER AMORIM CASTRO
CRCN

O desempenho de um dosímetro pessoal de extremidades foi investigado considerando-se diferentes métodos de análise da sua resposta. O dosímetro utilizado consiste de uma pastilha de material termoluminescente fixado em uma tira de poliamida e a sua leitura foi realizada em uma leitora automatizada Harshaw 6600. Os métodos de análise empregados e comparados foram os seguintes: um método, denominado de padrão, utilizado na rotina no Laboratório de Dosimetria do Centro Regional de Ciências Nucleares, e que consiste na subtração de um valor da radiação de fundo médio, estimado a partir da leitura de uma série de dosímetros não irradiados. Este método devido à sua simplicidade é, em geral, utilizado nos laboratórios que empregam materiais TLD em sistemas dosimétricos