

MEDIDA DA TAXA DE DESINTEGRAÇÃO DO Ir-192

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

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. IPEN/CNEN-SP

O Laboratório de Metrologia de Radionuclídeos do IPEN vem desenvolvendo métodos de padronização de núclídeos utilizados em medicina nuclear, visando uma melhoria na exatidão com que são obtidos estes padrões. No presente trabalho é descrito o método desenvolvido para a medida da taxa de desintegração do Ir-192, núclídeo este de grande interesse tanto na área médica, onde é utilizado em braquiterapia, como em ensaios de gamagrafia industrial.

O Ir-192 se desintegra com uma meia-vida de 73,83 d, com 95,3% de probabilidade por emissão β^- populando os níveis excitados do Pt-192 e com 4,7% de probabilidade por processo de captura eletrônica e emissão β^+ , populando os níveis excitados do Os-192.

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

No caso específico do Ir-192, como a contribuição do ramo de captura é pequena, a correção pode ser feita teoricamente. No presente trabalho é apresentado o método de medida utilizando-se o sistema de coincidência convencional $4\pi\beta-\gamma$.

A solução de Ir-192 utilizada foi importada da Electrotechnical Laboratory do Japão, na forma de IrNa_2Cl_6 em 0,1 N de HCl. As fontes para a medida no sistema de coincidência, foram preparadas depositando-se uma alíquota da solução em um substrato de Collodion (nitrato de celulose) recoberto com ouro, com densidade superficial de 10 a 20 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

O sistema de medida é constituído por um detector proporcional, em geometria 4π operado a pressão atmosférica para a detecção da radiação beta, acoplado a dois cristais cintiladores NaI(Tl), para a detecção da radiação gama. Nesta medida, selecionou-se dois intervalos de energias gama em coincidência com o ramo β^- :

$$\gamma_1 = 295,96 \text{ keV} + 308,46 \text{ keV} + 316,51 \text{ keV e}$$

$$\gamma_2 = 588,59 \text{ keV} + 593,40 \text{ keV} + 604,42 \text{ keV} + 612,47 \text{ keV.}$$

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

$$N_\beta = N_0 a [\epsilon_\beta + (1 - \epsilon_\beta) I_{Pt} (\frac{\alpha\epsilon_{ec} + \epsilon_{\beta\gamma}}{1 + \alpha})_{Pt}] + b [\epsilon_x + (1 - \epsilon_x) I_{Os} (\frac{\alpha\epsilon_{ec} + \epsilon_{\beta\gamma}}{1 + \alpha})_{Os}]$$

$$N_\gamma = N_0 a I_\gamma \epsilon'_\gamma \text{ com } \epsilon'_\gamma = \frac{\epsilon_\gamma}{1 + \alpha}$$

$$N_c = N_0 a [\epsilon_\beta \epsilon_\gamma]$$

onde: N_0 é a taxa de desintegração total da fonte, N_β , é a taxa de contagens, corrigida para tempo morto, decaimento e contagens de fundo, a é a abundância do ramo beta, ϵ_β é a eficiência para o ramo beta, I_{Pt} e I_{Os} são as abundâncias relativas dos níveis excitados da Pt-192 e do Os-192, respectivamente; α é o coeficiente de conversão interna total, ϵ_{ec} é a eficiência do detector beta para elétrons de conversão, $\epsilon_{\beta\gamma}$ é a eficiência do detector beta para a radiação gama, b é a probabilidade de desintegração por captura eletrônica, ϵ_x é a eficiência do detector para raio-X ou elétron Auger, N_γ , é a taxa de contagens, corrigida para tempo morto e contagens de fundo, I_γ a intensidade da radiação gama selecionada, ϵ_γ é a eficiência do detector NaI(Tl) para a radiação gama, N_c , é a taxa de contagens do módulo de coincidência, corrigida para tempo de resolução e contagens de fundo.

Combinando-se as equações acima obtém-se a expressão para a taxa de desintegração dada por:

$$\frac{N_\beta N_\gamma}{N_c} = N_0 [A + \frac{(1 - \epsilon_\beta)}{\epsilon_\beta} B + b f_x]$$

$$\text{onde: } B = a K_{Pt} + b f_x, K_{Pt} = I_{Pt} (\frac{\alpha\epsilon_{ec} + \epsilon_{\beta\gamma}}{1 + \alpha})_{Pt}, K_{Os} = I_{Os} (\frac{\alpha\epsilon_{ec} + \epsilon_{\beta\gamma}}{1 + \alpha})_{Os}$$

$$\text{e } f_x = \epsilon_x + (1 - \epsilon_x) K_{Os}.$$

Para se determinar a taxa de desintegração N_0 utilizou-se a técnica de extrapolação linear da eficiência, onde variou-se o parâmetro de eficiência beta e extrapoliou-se o valor de $N_\beta N_\gamma / N_c$ para uma eficiência beta unitária (com $N_c / N_\gamma = 1$). O parâmetro de ineficiência N_c / N_γ foi variado pelo uso de absorvedores externos, que são colocados sobre a fonte radioativa de modo a diminuir a eficiência pela absorção dos betas de menor energia. Utilizou-se filmes metalizados de Collodion com (40 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de espessura).

A taxa de desintegração do Ir-192 foi obtida utilizando-se os parâmetros do ajuste da curva de extrapolação, o valor determinado foi de 268 kBq com uma incerteza de 1,5%. Para o cálculo da contribuição do ramo de captura eletrônica foram utilizados os parâmetros fornecidos pela literatura.