

FÍSICA DAS RADIAÇÕES I (4300437) 1º semestre/2017

Lista de classe VIII

Tema: Teoria de Bragg-Gray

1. A dose absorvida na água é um tipo de medição muito comum em radioterapia, uma vez que a água é um bom material simulador para certos tipos de tecidos humano. Por razões práticas, algumas vezes um material plástico é usado em vez da água. Calcule a razão da dose absorvida em um pequeno dosímetro LiF (Dosímetro TL) que é colocado em um phantom de água e um phantom de poliestireno, respectivamente. O dosímetro é colocado na posição de máxima dose nos dois materiais e podemos assumir que nesta posição fluência de partículas e a distribuição de energia é a mesma nos dos materiais e dentro e fora do dosímetro. Um acelerador linear com um feixe de fótons produzido com 6 MV é usado como fonte de radiação. O feixe possui energia média de 2,5 MeV. Podemos assumir o dosímetro LiF como uma cavidade de Bragg-Gray e que as partículas carregadas estão em equilíbrio, na posição onde os dosímetros foram colocados, e possuem energia média de 0,68 MeV nos dois materiais.

DADOS:

$$\left(\frac{\mu_{abs}}{\rho}\right)_{H_2O} = 0,00244 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$$

$$\left(\frac{\mu_{abs}}{\rho}\right)_{C_8H_8} = 0,00236 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$$

$$\left(\frac{S_{el}}{\rho}\right)_{H_2O} = 0,19245 \text{ MeVm}^2 \text{ kg}^{-1}$$

$$\left(\frac{S_{el}}{\rho}\right)_{C_8H_8} = 0,1872 \text{ MeVm}^2 \text{ kg}^{-1}$$

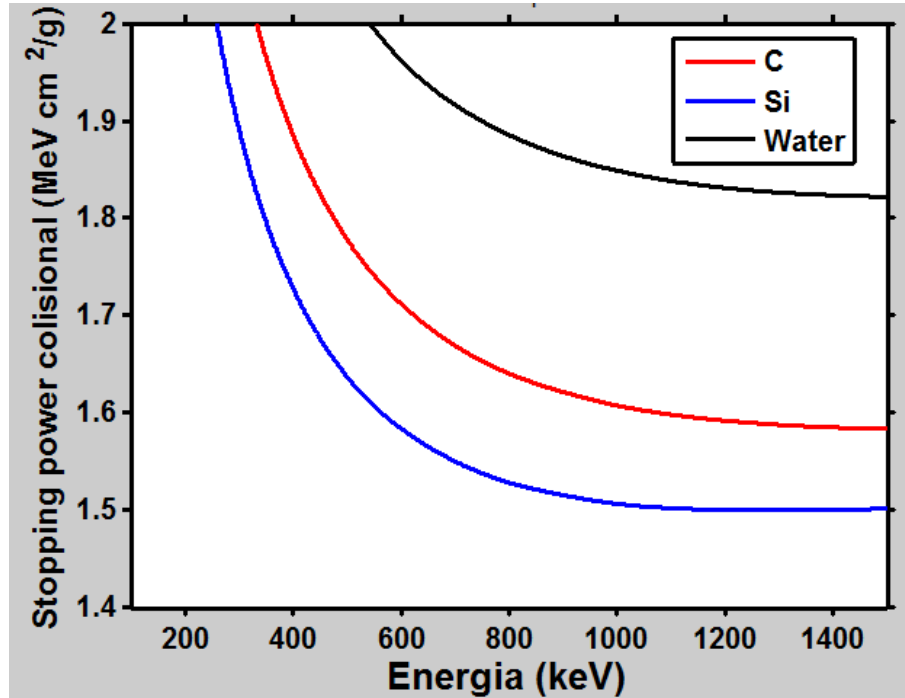
2. Para determinar dose absorvida em água é importante ter detectores de matérias que sejam equivalentes (ou o mais próximo possível) á água. Também é importante ter detectores com pequenas dimensões. Em medições em um feixe estreito de fótons é possível escolher entre dois detectores: Um diodo de silício e um detector de diamante. Os detectores são irradiados em um certo ponto no phantom de água, onde previamente a dose absorvida na água foi determinada como sendo 2 Gy. A irradiação foi feita utilizando um feixe de um acelerador linear com energia média dos fótons de 4 MeV. Sabendo que a energia média dos elétrons secundários em região de equilíbrio eletrônico foi de 1,17 MeV, calcule a dose absorvida para os dois detectores quando assumimos que:
 - a) Os detectores são grandes, comparados com o alcance dos elétrons;
 - b) Os detectores são pequenos, comparados com o alcance dos elétrons.

DADOS:

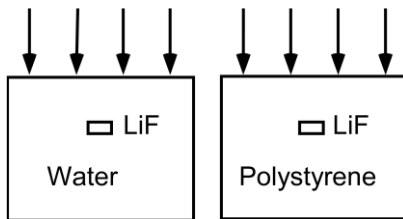
$$\left(\frac{\mu_{abs}}{\rho}\right)_{Si} = 0,001963 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$$

$$\left(\frac{\mu_{abs}}{\rho}\right)_{\text{água}} = 0,00206 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$$

$$\left(\frac{\mu_{abs}}{\rho}\right)_{\text{Diamante}} = 0,00185 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$$



SOLUÇÃO 1



1- PHANTOM DE ÁGUA

Se o dosímetro é pequeno comparado com o alcance dos elétrons e a relação de Bragg-Gray pode ser assumida, a dose absorvida no dosímetro é dada por:

$$\bar{D}_{LiF} = D_{H_2O} \bar{S}_{LiF,H_2O} \quad (1)$$

Onde, \bar{S}_{LiF,H_2O} é a razão do stopping power colisional médio do LiF e água. Uma vez que há equilíbrio eletrônico, a dose absorvida na água pode ser obtida como:

$$D_{H_2O} = \phi h\nu (\mu_{abs}/\rho)_{H_2O} \quad (2)$$

Onde ϕ é a fluência, $h\nu$ é a energia dos fótons e $(\mu_{abs}/\rho)_{H_2O}$ é o coeficiente mássico de absorção de energia para a água. Combinado as equações temos:

$$\bar{D}_{LiF} = \phi h\nu (\mu_{abs}/\rho)_{H_2O} \bar{S}_{LiF,H_2O} \quad (3)$$

3. PHANTOM DE POLIESTIRENO

Analogamente a dose absorvida é :

$$\bar{D}_{LiF} = \phi h\nu (\mu_{abs}/\rho)_{C_8H_8} \bar{S}_{LiF,C_8H_8} \quad (4)$$

Combinando (3) e (4):

$$\frac{\bar{D}_{LiF,H_2O}}{\bar{D}_{LiF,C_8H_8}} = \frac{\phi h\nu (\mu_{abs}/\rho)_{H_2O} \bar{S}_{LiF,H_2O}}{\phi h\nu (\mu_{abs}/\rho)_{C_8H_8} \bar{S}_{LiF,C_8H_8}} \quad (5)$$

Resolvendo:

$$\frac{\bar{D}_{LiF,H_2O}}{\bar{D}_{LiF,C_8H_8}} = \frac{0,00244 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1} \cdot 0,1872 \text{ MeV m}^2 \text{ kg}^{-1}}{0,00236 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1} \cdot 0,19245 \text{ MeV m}^2 \text{ kg}^{-1}} = 1,006$$

SOLUÇÃO 2

As doses absorvidas nos dosímetros são:

$$\bar{D}_{dos,G} = D_{\acute{a}gua} \frac{(\mu_{abs}/\rho)_{dos}}{(\mu_{abs}/\rho)_{\acute{a}gua}} \quad \text{para o detector grande (G)} \quad (6)$$

$$\bar{D}_{dos,P} = D_{\acute{a}gua} \frac{(S_{el}/\rho)_{dos}}{(S_{el}/\rho)_{\acute{a}gua}} \quad \text{para o detector pequeno (P)} \quad (7)$$

1- DETECTOR GRANDE

Substituindo os dados em (6) temos:

$$\bar{D}_{Si} = 2 \text{ Gy} \frac{0,001963}{0,00206} = 1,91 \text{ Gy}$$

$$\bar{D}_{Diamante} = 2 \text{ Gy} \frac{0,00185}{0,00206} = 1,80 \text{ Gy}$$

2- DETECTOR PEQUENO

$$\left(\frac{S_{el}}{\rho}\right)_{Si} = 1,501 \text{ MeV} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

$$\left(\frac{S_{el}}{\rho}\right)_C = 1,603 \text{ MeV} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

$$\left(\frac{S_{el}}{\rho}\right)_{\text{Agua}} = 1,833 \text{ MeV} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

$$\bar{D}_{Si} = 2 \text{ Gy} \frac{1,501 \text{ MeV} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}}{1,833 \text{ MeV} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}} = 1,64 \text{ Gy}$$

$$\bar{D}_{\text{Diamante}} = 2 \text{ Gy} \frac{1,603 \text{ MeV} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}}{1,833 \text{ MeV} \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}} = 1,75 \text{ Gy}$$