

Série 4 : Interactions entre Rayonnements (X ou γ) et matière

Correction 5

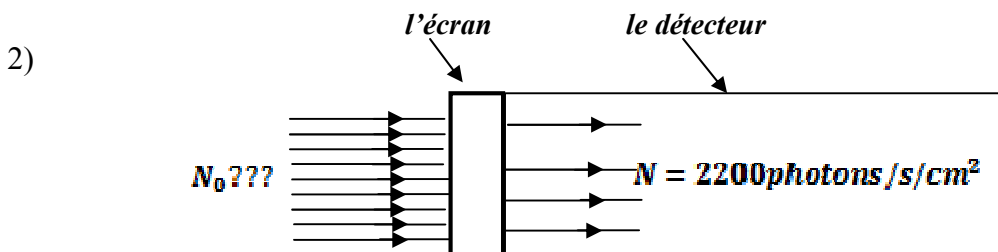
1) le coefficient d'atténuation massique est : $\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$

μ : est le coefficient d'atténuation linéaire, et ρ : est la masse volumique.

D'après les données de l'exercice on a : $\mu = 8,1 \text{ cm}^{-1}$ et $d = 2,7$ (d est la densité)

la densité $d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}} \Rightarrow \rho = d * \rho_{\text{eau}} = 2,7 * 1 \text{ g/cm}^3 = 2,7 \text{ g/cm}^3$

Donc $\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \frac{8,1 \text{ cm}^{-1}}{2,7 \text{ g/cm}^3} = 3 \text{ cm}^2/\text{g}$



Le détecteur mesure un flux de $N = 2200 \text{ photons/s/cm}$ on cherche a le flux initial N_0 des photons avant le passage par l'écran (les dimensions de l'écran : $S = 5 * 10 \text{ cm}^2$ et sa masse : $m = 13,5 \text{ g}$)

$$N = N_0 \text{Exp}(-\mu_m * X_m) \dots \dots \dots (1) ;$$

$$X_m = \frac{m}{S} = \frac{13,5 \text{ g}}{50 \text{ cm}^2} = 0,27 \text{ g/cm}^2 : \text{ est la masse surfacique}$$

D'après l'équation (1) on trouve :

$$N_0 = \frac{N}{\text{Exp}(-\mu_m * X_m)} = N * \text{Exp}(\mu_m * X_m) = 2200 * \text{Exp}\left(3 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}} * 0,27 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}\right)$$

$$N_0 = 4945 \text{ photons/s/cm}^2$$

Correction 6 :

1- **E=100KeV**

$$I(x) = I_0 \exp(-\mu x)$$

$$I(x) / I_0 = \exp(-\mu x)$$

$$I_0 / I(x) = \exp(\mu x) = 1.42$$

$$\mu = \ln(1.42) / 0.1 = \mathbf{3.5 \text{ cm}^{-1}}$$

$$\text{CDA} = \ln(2) / \mu = \mathbf{0.19 \text{ cm}}$$

1- **E=50KeV**

$$I'(x) = I'_0 \exp(-\mu' x)$$

$$I'(x) / I'_0 = \exp(-\mu' x)$$

$$I'_0 / I'(x) = \exp(\mu' x) = 10$$

$$\mu' = \ln(10) / 0.1 = \mathbf{23.02 \text{ cm}^{-1}}$$

$$\text{CDA}' = \ln(2) / \mu' = \mathbf{0.03 \text{ cm}}$$

2- $\mu_m = \mu / \rho = 3.5 / 8.9 = 0.4 \text{ cm}^2/\text{g}$

2- $\mu'_m = \mu' / \rho = 23.02 / 8.9 = 2.58 \text{ cm}^2/\text{g}$

Correction 7 :

Le cas d'un matériau poly-atomique : le coefficient d'absorption massique d'un matériau homogène contenant N éléments est la moyenne des coefficients d'absorption massiques de chacun des constituants :

$$\mu_{m, \text{tot}} = \mu_{m, (\text{moyenne})} = (\mu / \rho)_{\text{tot/moy}}$$

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{tot/moy}} = \sum_i^N x_i \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_i$$

- x_i : le pourcentage massique d'un élément i par rapport à la masse totale du composé.

$$\sum_i^N x_i = 1$$

- $(\mu / \rho)_i$: le coefficient d'absorption massique de l'élément i.

1- $\mu_{m, \text{tot}} = \mu_{m, (\text{moyenne})} = (\mu / \rho)_{\text{tot/moy}} = 0.7 * 4.5 + 0.3 * 0.5 = 3.3 \text{ cm}^{-1}$

$$N(x) / N_0 = \exp(-\mu_{\text{tot}} x) = \exp(-3.3 * 1.4) = 0.0098 = 0.01 = 1\%$$

Correction 8

1- $I(x) = I_0 \exp(-\tau x)$

$$\tau_m = \tau / \rho ; \tau = \tau_m \rho$$

$$I(x) = I_0 \exp(-\tau_m \rho x)$$

$$I(x) / I_0 = \exp(-\tau_m \rho x)$$

$$I_0 / I(x) = \exp(\tau_m \rho x) = 10$$

$$\tau_m = \ln(10) / \rho x = \ln(10) / 1.8 * 2 = \mathbf{0.64 \text{ cm}^2/\text{g}}$$

2- $\tau_m = K \cdot Z^3 / E^3$

K constante indépendante du matériau elle dépend de la couche de l'électron arraché par effet photoélectrique.

pour l'os: $\tau_m(\text{os}) = K \cdot Z_{\text{os}}^3 / E^3$

pour le muscle : $\tau_m(\text{muscle}) = K \cdot Z_{\text{muscle}}^3 / E^3$

$\tau_m(\text{muscle}) / \tau_m(\text{os}) = (K \cdot Z_{\text{muscle}}^3 / E^3) / (K \cdot Z_{\text{os}}^3 / E^3) = (Z_{\text{muscle}}^3) / (Z_{\text{os}}^3)$

$\tau_m(\text{muscle}) = \tau_m(\text{os}) \cdot (Z_{\text{muscle}}^3) / (Z_{\text{os}}^3)$

$\tau_m(\text{muscle}) = 0.64 \cdot (7.42/13.8)^3 = 9.94 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{g}$

Correction 9 :

1. Loi d'atténuation reliant l'énergie incidente (I_0) du faisceau et son énergie I_x après avoir traversé une épaisseur x :

$$I_x = I_0 \cdot e^{-\tau x} \Rightarrow \frac{I_x}{I_0} = e^{-\tau x} \Rightarrow \ln \frac{I_x}{I_0} = -\tau x$$

$$\Rightarrow \tau = -\frac{1}{x} \ln \frac{I_x}{I_0} = \frac{1}{x} \ln \frac{I_0}{0,22 \cdot I_0} = \frac{1}{3} \ln \frac{1}{0,22} \Rightarrow \tau_{\text{tissu}} = 0,505 \text{ cm}^{-1}$$

2. Pour un photon et un milieu donnés, le coefficient d'atténuation globale est la somme des coefficients liés à chaque interaction :

$$\mu = \tau + \sigma_c + \kappa$$

Ici, $\kappa = 0$ puisque l'effet de création de paires a lieu pour $E_l > 10 \text{ MeV}$ et les photons ont une énergie de 20 keV

$$\sigma_c = \mu - \tau = 0,71 - 0,505 \Rightarrow \sigma_c = 0,205 \text{ cm}^{-1}$$