

## Série 4 : Interactions entre Rayonnements (X ou $\gamma$ ) et matière

### Correction 5

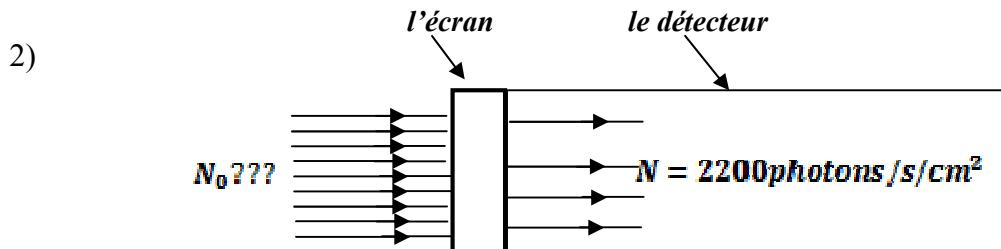
1) le coefficient d'atténuation massique est :  $\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$

$\mu$  : est le coefficient d'atténuation linéaire, et  $\rho$  : 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 à 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 :  $m = 13,5 \text{ g}$ )

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

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

: 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**

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

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

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

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

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

1- **E=50KeV**

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

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

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

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

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

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

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

### 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 :

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

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

- $x_i$  : 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  $i$ .

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

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

### Correction 8

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Correction 9 :

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

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

$$\Rightarrow \tau = -\frac{1}{x} \ln \frac{I_x}{I_0} = \frac{1}{x} \ln \frac{I_0}{0.22 \cdot I_0} = \frac{1}{x} \ln \frac{1}{0.22} \Rightarrow \tau_{\text{tissu}} = 0.505 \text{ cm}^{-1}$$

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  $E_i > 10 \text{ MeV}$  et les photons ont une énergie de 20 keV*

$$\sigma_C = \mu - \tau = 0.71 - 0.505 \Rightarrow \sigma_C = 0.205 \text{ cm}^{-1}$$