

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

Exercice 1.

Le flux d'un faisceau de rayons X, d'énergie 100 keV est de 10^5 photons par seconde. Que devient ce flux quand le faisceau traverse un écran de 1 mm d'épaisseur en plomb dont le coefficient d'atténuation linéaire est égal à 50 cm^{-1} pour les radiations de 100 keV.

On donne $\ln(10) = 2,3$

Exercice 2.

Pour réduire de 95% l'intensité d'un faisceau de photons γ d'énergie 0.25 MeV, il faut une épaisseur de plomb de 1 cm en déduire :

- 1- Le coefficient d'atténuation linéique du plomb en cm^{-1} .
- 2- La C.D.A en cm du plomb pour ce rayonnement.

Exercice 3.

Le coefficient d'absorption linéique du Plomb est de $0,79 \text{ cm}^{-1}$ pour des photons de 1 MeV.

- 1- Quelle est la longueur des photons de 1 MeV ? De quel type de photons s'agit-il ?
- 2- Calculer la couche de demi-atténuation du plomb pour ces photons.
- 3- Quelle est l'épaisseur nécessaire pour atténuer le faisceau d'un facteur de 1000 ?
- 4- Est-il possible d'arrêter totalement le faisceau incident ?

Exercice 4.

Sachant que les tabliers plombés d'épaisseur 0.25 mm utilisés dans les services de médecine nucléaire atténuent de 60% les rayonnements γ de 140 keV émis par une source de $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

- 1- Calculer en cm^{-1} le coefficient linéique d'atténuation du matériau utilisé pour confectionner ces tabliers.
- 2- Quelle serait l'épaisseur en mm du même matériau nécessaire pour atténuer de 90% le rayonnement incident ?

Exercice 5.

Quelle est la valeur du coefficient d'atténuation massique μ_m de l'aluminium sachant que le coefficient d'atténuation linéaire μ est égal à $8,1 \text{ cm}^{-1}$ pour des photons d'énergie donnée $E = 20 \text{ keV}$.

On donne la densité de l'aluminium $d = 2,7$.

Un écran de ce même métal de dimension $5 \times 10 \text{ cm}^2$ pèse 13,5g un détecteur, dont la fenêtre est précédée de cet écran, mesure un flux de $2200 \text{ photons/seconde/cm}^2$, photons d'énergie 20 keV.

Quel est le flux incident de photons venant frapper l'écran.

On donne $\ln(2,2) = 0,8$; $\ln(5) = 1,61$.

Exercice 6.

Un filtre de cuivre de 1mm d'épaisseur placé sur la fenêtre d'un tube à rayons X transmet 70% des photons d'énergie 100 keV et 10% des photons d'énergie 50 keV.

- 1- Donner en cm la couche de demi-atténuation (CDA) correspondant à chaque énergie.
- 2- Calculer en $\text{cm}^2 \times \text{g}^{-1}$ les coefficients d'atténuation massiques correspondants, sachant que la masse volumique du cuivre est $8.9 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$.

Exercice 7.

On considère un alliage de cuivre et d'aluminium dans les proportions suivantes (70% de cuivre et 30% Al). De cet alliage, on fabrique un écran que l'on interpose devant un faisceau de photons monochromatique ($E = 100\text{keV}$).

- Dans quelle proportion, le flux des photons va-t-il diminuer après passage à travers l'écran d'épaisseur 1,4 cm ?

Pour des photons de cette énergie E, le coefficient d'atténuation linéaire de Cu est $4,5 \text{ cm}^{-1}$, et celui d'Al est $0,5 \text{ cm}^{-1}$.

Exercice 8.

Au cours d'une radiographie d'un membre par des rayons X de 80 keV en moyenne, on a pu vérifier que 2 cm d'os arrêtent 90% du faisceau par effet photoélectrique.

- 1- Sachant que $\rho_{\text{os}} = 1.8 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$, calculer en $\text{cm}^2 \times \text{g}^{-1}$ le coefficient d'atténuation massique τ/ρ de l'os.
- 2- Sachant que le $Z_{\text{moyen}} = 13.8$ pour l'os et que $Z_{\text{moyen}} = 7.42$ pour le muscle, en déduire le τ/ρ du muscle.

Exercice 9.

Pour réaliser une mammographie, on utilise des rayons X d'énergie $E = 20\text{KeV}$. On sait que 3 cm de tissu mammaire arrêtent 78% de ces photons par effet photo-électrique.

- 1- Calculer τ , coefficient d'atténuation par effet photo-électrique du tissu mammaire pour ces photons.
- 2- Le coefficient d'atténuation global de ce tissu pour ces photons est $\mu_{\text{tissu}} = 0,71 \text{ cm}^{-1}$. Calculer σ_c , coefficient d'atténuation par effet-Compton de ce tissu pour ces photons.