

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

#### **QCM 1.**

- A- Un rayonnement électromagnétique peut provoquer une simple excitation de l'atome.
- B- Lors de l'interaction par effet photoélectrique on néglige l'énergie de liaison des électrons.
- C- A la suite de l'effet photoélectrique, les atomes lourds émettent une fluorescence ultra-violette.
- D- Il est impossible pour un photon de fluorescence d'expulser à son tour un électron.
- E- L'électron émis par effet photoélectrique s'appelle Auger.

#### **QCM 2.**

- A- La loi de Bragg et Pierce s'applique aux interactions Compton.
- B- L'effet photoélectrique est prédominant aux énergies inférieures à 100 keV.
- C- L'atténuation par effet photoélectrique est  $\tau/\rho = KZ^3E^3$ .
- D- Pour un rayonnement électromagnétique on a  $E = h\lambda$ .
- E-  $\tau/\rho$  est le coefficient d'atténuation linéique par effet photoélectrique.

#### **QCM 3.**

- A- Les photons  $\gamma$  de 1.25 MeV du  $^{60}\text{Co}$  sont essentiellement atténués par effet Compton.
- B- Une diffusion se fait toujours avec changement de longueur d'onde.
- C- La variation de la longueur d'onde du photon incident fait intervenir le cosinus de l'angle de diffusion Compton.
- D- Dans un choc frontal, le photon Compton repart en arrière.
- E- L'angle de diffusion du photon Compton est compris entre 0 et 90°.

#### **QCM 4.**

- A- Dans le cas de l'effet Compton, on peut négliger les énergies de liaison des électrons.
- B- La variation maximum de la longueur d'onde du photon Compton diffusé est  $\Delta\lambda = 0.048\text{\AA}$ .
- C- Dans le cas d'un choc tangentiel, l'électron Compton est rétrodiffusé.
- D- L'électron Compton est toujours émis entre 0 et 90°.
- E- Le photon diffusé n'a jamais la direction du photon incident.

#### **QCM 5.**

- A- L'effet Compton est proportionnel à  $Z^3$ .
- B- L'effet Compton est plus important pour le tungstène ( $\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$ ) que pour le plomb ( $\rho = 11,3 \text{ g/cm}^3$ ).
- C- L'effet Compton ne dépend pas de la densité électronique.
- D- Le coefficient d'atténuation massique par effet Compton ne dépend que de l'énergie transférée à l'électron.
- E- La diffusion Compton est la cause principale d'atténuation des rayons X utilisés en radiologie.

#### **QCM 6.**

- A- Il peut y avoir effet de création de paire quelle que soit l'énergie.
- B- L'énergie cinétique totale du positon et de l'électron est égale à l'énergie du photon incident.
- C- L'effet de création de paires vérifie les lois de conservation de la physique atomique.
- D- Il y a réaction d'annihilation lorsque deux positons se rencontrent.
- E- La masse d'un électron au repos est de 1.022 MeV.

**QCM 7.**

- A- Lors de la réaction d'annihilation entre un positon et un électron, il y a émission de deux rayonnements  $\gamma$  à  $90^\circ$  l'un de l'autre.
- B- Les deux photons résultant de l'annihilation emportent chacun une énergie de 0.511 MeV.
- C- L'effet de création de paires se produit pour des énergies supérieures à celles de l'effet Compton.
- D- Si un photon de 20 MeV pénètre dans un noyau, il peut créer une réaction photo nucléaire.
- E- A très haute énergie, la diffusion Thomson-Rayleigh est le phénomène prépondérant.

**QCM 8.**

- A- La loi d'atténuation dans le vide des rayons X fait intervenir l'effet photoélectrique.
- B- La loi en inverse carré de la distance correspondant à l'émission à partir d'une source ponctuelle est une loi purement géométrique.
- C- La loi en inverse carré est  $I_0 = I/d^2$  avec  $I_0$  intensité au point de référence.
- D- La loi générale d'atténuation des rayonnements électromagnétiques est  $N = N_0 e^{-\mu x}$
- E-  $\mu$  le coefficient d'atténuation linéique s'exprime en  $\text{cm}^2 \times \text{g}^{-1}$ .

**QCM 9.**

- A-  $\mu$  le coefficient d'atténuation linéique total dépend uniquement du matériau cible.
- B-  $\mu/\rho$  est le coefficient total d'atténuation massique.
- C-  $\mu/\rho$  a pour équation aux dimensions  $\text{L}^2\text{M}^{-1}$ .
- D- On peut exprimer une épaisseur en masse surfacique.
- E- L'épaisseur est en  $\text{g} \times \text{cm}^{-2}$  quand  $\mu$  est en  $\text{cm}^{-1}$ .

**QCM 10.** Un écran de plomb de 0.8 mm transmet 25% d'un flux de photon  $\gamma$  d'énergie 200 keV. Quelle est exprimée en mm la C.D.A du plomb vis-à-vis de ce rayonnement ?

- A- 16
- B- 8
- C- 4
- D- 0.4
- E- 0.2

### 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  $50 \text{ cm}^{-1}$  pour les radiations de 100 keV.

On donne  $\log 10 = 2,3$

### Exercice 2.

Pour réduire de 95% l'intensité d'un faisceau de photons  $\gamma$  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  $\text{cm}^{-1}$ .
- 2- La C.D.A en cm du plomb pour ce rayonnement.

### Exercice 3.

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

- 1- Calculer en  $\text{cm}^{-1}$  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 4.

Quelle est la valeur du coefficient d'atténuation massique  $\mu_m$  de l'aluminium sachant que le coefficient d'atténuation linéaire  $\mu$  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  $5.10 \text{ cm}$  pèse  $13,5\text{g}$  un détecteur, dont la fenêtre est précédée de cet écran, mesure un flux de  $2200 \text{ photons/seconde/cm}^2$ , photons d'énergie  $20 \text{ keV}$ .

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

On donne  $\log 2,2 = 0,8$  ;  $\log 5 = 1,61$ .

### Exercice 5.

Un filtre de cuivre de  $1\text{mm}$  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 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 6.**

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 d 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 7.**

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  $\tau/\rho$  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  $\tau/\rho$  du muscle.