

Solution de la SERIE 5 : Bases physiques de la Radiologie

QCM 1 : répondez par vrai ou faux (justifier votre réponse)

1. Les rayonnements ionisants et non ionisants souvent utilisés dans l'imagerie radiologie. **Faux**
L'imagerie médicale utilisant plus souvent des rayonnements ionisants
2. L'image radiante est visible à l'œil nu. **Faux**
3. L'image radiologique est une image virtuelle donc invisible. **Vrai**
4. L'atténuation du faisceau de RX est responsable du noircissement ou de la brillance globale de l'image radiographique. **Vrai**
5. La proportion des RX arrêtés forme les parties les plus noires de l'image radiographique. **Faux**
La proportion des RX arrêtés forme le niveau de gris visible sur l'image radiographique.
6. L'atténuation des rayons X utilisés en radiodiagnostic se fait par effet photo électrique et effet Compton. **Vrai**
7. L'effet de création de paires n'est pas négligeable en radiologie. **Faux**
L'effet de création de paires est négligeable en radiologie.
8. la différence de nature des milieux traversés n'a aucune influence sur le contraste radiologique. **Faux.**
Le contraste radiologique dépend de coefficient linéique d'atténuation μ et celui-ci dépend des milieux traversés.
9. A épaisseur constant x petit, on a pour expression du contraste radiologique $C = \frac{1}{2}(\mu_1 - \mu_2)x$. **Vrai**
10. Lorsque les rayons X ne sont pas émis par une source strictement ponctuelle provoquent la création d'un flou géométrique. **Vrai**
11. Le film radiologique est composé de sels de bromure de potassium. **Faux**
Le film radiologique est composé de sels de bromure d'argent.
12. La radioscopie laisse au médecin un temps aussi long qu'il le veut pour interpréter l'image. **Faux**
Il faut faire un diagnostic très rapide pour éviter une très trop longue irradiation du patient.
13. Amplification de brillance transforme les RX incidents en électrons. **Vrai**

Exercice n°1

On donne les valeurs des coefficients massiques d'atténuation de l'os, du muscle et de la graisse pour des faisceaux de photons X d'énergie 30 keV et 50 keV.

énergie en keV	30 KeV	50KeV
coefficient massique d'atténuation de l'os $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$	0,953	0,347
coefficient massique d'atténuation du muscle $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$	0,368	0,224
coefficient massique d'atténuation de la graisse $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$	0,296	0,210

Ainsi que les masses volumiques de l'os, du muscle et de la graisse.

$$\rho_{\text{os}} = 1,65 \text{ g cm}^{-3} ; \rho_{\text{muscle}} = 1,04 \text{ g cm}^{-3} ; \rho_{\text{graisse}} = 0,916 \text{ g cm}^{-3} ;$$

1. Calculer les coefficients linéiques d'atténuation μ pour les deux types de photon.
2. Calculer la valeur de la transmission $e^{-\mu x}$ à la traversée de 4 cm de muscle, de 4 cm d'os, de 4 cm de graisse puis la valeur des contrastes.
3. Conclure quant au choix de la tension d'alimentation du tube.

Solution :

- 1- On sait que le coefficient linéique d'atténuation $\mu = \mu_m \cdot \rho$, Alors :
Après l'application numérique, on obtient :

énergie en keV	30 KeV	50KeV
coefficient linéique d'atténuation de l'os cm^{-1}	1,57	0,57
coefficient linéique d'atténuation du muscle cm^{-1}	0,38	0,23
coefficient linéique d'atténuation de la graisse cm^{-1}	0,27	0,19

- 2- On détermine la valeur de transmission $e^{-\mu x}$ de l'os, de muscle et de graisse pour les deux types de photon et pour une épaisseur identique de $x = 4 \text{ cm}$, comme suit :

énergie en keV	30 KeV	50KeV
la valeur de transmission $e^{-\mu x}$ de l'os	0,00187	0,24957
la valeur de transmission $e^{-\mu x}$ de muscle	0,22946	0,40819
la valeur de transmission $e^{-\mu x}$ de graisse	0,30605	0,43171

Maintenant on détermine les valeurs de contrastes de chaque deux milieux pour chaque photon comme il vient :

En utilisant la relation de contraste suivante : $C = \frac{e^{-\mu_1 x} - e^{-\mu_2 x}}{e^{-\mu_1 x} + e^{-\mu_2 x}}$

énergie en keV	30 KeV	50KeV
contraste muscle /os = $\frac{e^{-\mu_{\text{muscle}} x} - e^{-\mu_{\text{os}} x}}{e^{-\mu_{\text{muscle}} x} + e^{-\mu_{\text{os}} x}}$	0,983	0.241
contraste graisse/ muscle = $\frac{e^{-\mu_{\text{graisse}} x} - e^{-\mu_{\text{muscle}} x}}{e^{-\mu_{\text{graisse}} x} + e^{-\mu_{\text{muscle}} x}}$	0,143	0.016

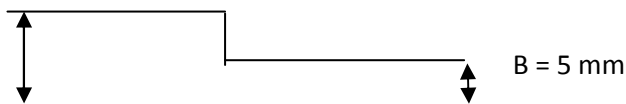
- 3- On remarque que le contraste muscle / os est meilleur avec l'alimentation de 30 keV.

Exercice 2

On considère un matériau constitué d'une partie A d'épaisseur 10 mm et d'une partie B d'épaisseur 5 mm. Sachant que l'intensité relative transmise par A est de 20%.

- 1- Quel est en mm^{-1} le coefficient d'atténuation linéique de ce matériau ?
- 2- En déduire le contraste radiologique obtenu sur un film entre les zones A et B.

Solution :



A = 10 mm

- 1- Pour la zone A, on applique la relation $I = I_0 e^{-\mu x} \Leftrightarrow I/I_0 = e^{-\mu x}$, soit $20/100 = e^{-\mu \cdot 10}$, d'où $\mu = \ln 5/10 = 1,6/10 = 0,16 \text{ mm}^{-1}$.
- 2- La variation d'épaisseur entre A et B étant faible, on peut utiliser la relation simplifiée donnant le contraste : $C = \frac{1}{2} \mu h$.
Avec h différence d'épaisseur entre A et B soit $h = 10-5 = 5 \text{ mm}$. D'où $C = 1/2 \times 0,16 \times 5 = 0,40$ donc $C = 40\%$.

Exercice 3

Au cours d'une radiographie de la jambe par des rayons X de 80 keV, 2cm d'os arrêtent par effet photoélectrique (Compton négligeable) 90% du faisceau initial.

On donne : masse volumique de l'os = $1,8 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$

Masse volumique du muscle = $1,3 \text{ g} \times \text{cm}^{-3}$

- 1- En déduire le coefficient d'atténuation massique τ/ρ en $\text{cm}^2 \times \text{g}^{-1}$ pour l'os.
- 2- Le Z moyen de l'os étant de 13,8 et celui du muscle 7,42 en utilisant la loi de Bragg et Pierce, calculer le coefficient d'atténuation massique τ/ρ du muscle en $\text{cm}^2 \times \text{g}^{-1}$.
- 3- En supposant une épaisseur identique d'os et de muscle de 2 cm, déterminer la valeur du contraste radiologique que l'on peut espérer obtenir.

Solution :

La solution de la question 1 et 2 est la même de l'exercice n°4 de la série n°4.

- 3- Comme les rayons traversent une épaisseur identique de l'os et de muscle, On utilise la relation de contraste :

$$C = \frac{e^{-\tau_{\text{muscle}} \cdot x} - e^{-\tau_{\text{os}} \cdot x}}{e^{-\tau_{\text{muscle}} \cdot x} + e^{-\tau_{\text{os}} \cdot x}}$$

De la question 1 et 2, on a :

$$\tau_{\text{os}} = \tau_m(\text{os}) \cdot \rho_{\text{os}} = 0,64 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot 1,8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1,152 \text{ cm}^{-1}$$

$$\tau_{\text{muscle}} = \tau_m(\text{muscle}) \cdot \rho_{\text{muscle}} = 9,94 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot 1,3 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 0,13 \text{ cm}^{-1}$$

Substituant ces valeurs dans l'expression de contraste, on obtient :

$$C = \frac{e^{-0,13 \cdot 2} - e^{-1,152 \cdot 2}}{e^{-0,13 \cdot 2} + e^{-1,152 \cdot 2}} = \frac{0,67}{0,87} = 0,77 = 77\%$$