

ENSEIGNEMENT DIRIGE**UE48 : Radioactivité et applications pharmaceutiques****ED 1****A/ Bases physiques de la radioactivité et notion de radioprotection.**

I / Pour effectuer une scintigraphie thyroïdienne, un radiopharmacien dispose de 150 μCi de l'iode 123 ($^{123}_{53}\text{I}$) à injecter à une patiente de 55 kg. L'iode 123 émet un rayonnement γ . Sa période radioactive est de 13,2 h et sa période biologique est de 8,0 h.

- 1) Donner la valeur de cette activité A_0 (au temps initial) en MBq.
- 2) Calculer le nombre d'atomes d'iode présents dans la dose (sans injection). (3 C.S.)
- 3) Calculer alors l'activité de ^{123}I au bout de 48,0 h. (3 C.S.)
- 4) Calculer la période effective.
- 5) Calculer l'activité résiduelle (dans l'organisme du patient) de ^{123}I 48,0 h après son injection. (3 C.S.). Conclure.

II / La scintigraphie avec le technétium 99 métastable ($^{99m}_{43}\text{Tc}$) est actuellement l'un des moyens de diagnostic les plus utilisés en cardiologie nucléaire. Le technétium 99m est une substance artificielle de courte période physique ($T = 6,0$ h) obtenue par décroissance du molybdène 99 dans un générateur $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$. Le molybdène est un émetteur β^- .

- 1) Ecrire l'équation de la désintégration du molybdène qui fournit le ^{99m}Tc .

La scintigraphie myocardique peut être effectuée en deux étapes successives. La première acquisition est faite au repos, après une première injection du radiotracer. La seconde acquisition est réalisée suite à une épreuve d'effort (stress), après une seconde injection du radiotracer. Pour cet examen, le radiopharmacien dispose d'un kit de préparation du radiopharmaceutique technétié à injecter en intraveineuse au patient. A t_0 , le praticien prépare le produit à injecter et l'activité initiale du produit technétié A_0 est de 5550 MBq dans un flacon de 5 mL (la préparation dure au total une demi-heure). Au bout des 30 minutes de préparation, le praticien fait un prélèvement dans le flacon pour la première injection dont l'activité doit être de 370 MBq.

- 2) Quel est le volume à prélever dans le flacon pour cette première injection ? (2 C.S.)

La seconde injection (dont l'activité est de 1110 MBq) pour une acquisition après le stress est effectuée 4 heures après la première injection. Le praticien fait un prélèvement dans le même flacon.

- 3) Quel est le volume à prélever pour cette seconde injection ? (2 C.S.)

Pour effectuer l'injection, la seringue contenant la solution du radiopharmaceutique technétié est placée dans un protège-seringue pour assurer la protection des mains du radiopharmacien.

- 4) Le ^{99m}Tc étant un émetteur γ pur, quel type de matériau constituant le protège-seringue est nécessaire pour protéger le praticien contre le rayonnement émis par cette solution ? Quelle doit être l'épaisseur de ce matériau pour réduire le débit de dose reçu par les mains d'un facteur 10 ? (2 C.S.)

Pour le technétium 99m, le débit de dose équivalente (\dot{H}) reçu par le praticien pour une activité totale manipulée de 1480 MBq (pour les deux injections) est de 26,4 $\mu\text{Sv/h}$ (pour une seringue placée dans un protège seringue approprié).

5) Sachant que le temps de manipulation de la solution technétée par injection est de 2 minutes (1 minute pour le prélèvement dans le flacon et 1 minute pour l'injection), calculer la dose équivalente aux extrémités (H) pour un examen complet, celui-ci comprenant l'injection au repos et celle après le stress. (3 C.S.)

Données : Exemples de valeurs de coefficient d'atténuation linéique pour certains matériaux pour les rayonnements γ d'une énergie voisine de 0,1 MeV :

- Pour le fer : $\mu = 2,70 \text{ cm}^{-1}$
- Pour le tungstène : $\mu = 84,4 \text{ cm}^{-1}$
- Pour l'eau : $\mu = 0,167 \text{ cm}^{-1}$
- Pour l'aluminium : $\mu = 0,44 \text{ cm}^{-1}$

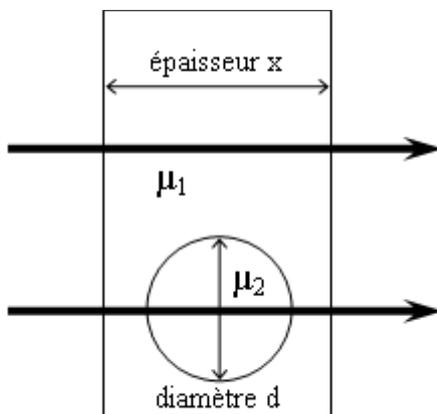
B / Imagerie

III / Contraste radiographique

1) Présenter brièvement le principe de la radiographie en expliquant quel type de rayonnement est en jeu. Donner les résolutions spatiale et temporelle de cette technique.

Un parallélépipède d'épaisseur $x = 25 \text{ cm}$ est traversé par un faisceau parallèle de rayons X monochromatiques. On identifie deux trajets distincts :

- Le trajet 1 traverse une zone uniforme dont le coefficient d'atténuation est $\mu_1 = 18 \text{ m}^{-1}$.
- Le trajet 2 traverse une zone contenant une sphère de milieu différent de coefficient $\mu_2 = 6 \text{ m}^{-1}$.



Le contraste des deux zones sur l'image radiante est de 23,5 %.

2) Quel faisceau conduit à l'intensité I la plus élevée sur l'image radiante ?

3) Établir les équations d'atténuation suivant les deux trajets.

4) Calculer en cm le diamètre d de la sphère (2 C.S.)

La formule du contraste entre deux points A et B est :

$$C = \frac{|I_2 - I_1|}{I_2 + I_1}$$

IV / Imagerie à ultrasons

On considère une interface tissu adipeux – muscle caractérisée par l'impédance $Z_1 = 1,35 \cdot 10^5 \text{ g.cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ du tissu adipeux et l'impédance $Z_2 = 1,60 \cdot 10^5 \text{ g.cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ du muscle.

1) Présenter brièvement le principe de l'imagerie à ultrasons (en précisant ce que sont les ultrasons). Donner les résolutions spatiale et temporelle de cette technique.

2) Calculer les coefficients de réflexion R et de transmission $T = 1 - R$. On rappelle que le coefficient de réflexion entre deux matériaux 1 et 2 d'impédances respectives Z_1 et Z_2 est :

$$R = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}$$

3) Que peut-on conclure sur la propagation des ultrasons à travers une telle interface ?

V / IRM

1) Présenter brièvement le principe de l'IRM en expliquant quel type de rayonnement va être détecté. Donner les résolutions spatiale et temporelle de cette technique.

2) Les hôpitaux s'équipent progressivement d'appareils IRM 3T, c.à.d. générant un champ magnétique B_0 de 3,00 T, permettant un meilleur signal/bruit que les appareils classiques à 1,50 T. Que vaut la fréquence de résonance de Larmor ν_0 du proton dans un champ B_0 de 3,00 T ?

On donne :

$$\frac{\gamma}{2\pi} = 42,6 \text{ MHz/T, avec } \gamma \text{ le rapport gyromagnétique du proton.}$$

Calculer l'énergie E du photon ayant la même fréquence que ce proton, et comparer avec l'énergie d'ionisation E_{ion} d'un atome d'hydrogène ($E = 13,6 \text{ eV}$). (3 C.S.)

On prend comme valeur de la constante de Planck : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s.}$
 $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$