

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

Enoncé

Le lutécium-177 (^{177}Lu) est un radionucléide émetteur de particules bêta moins (β^-). Des rayonnements gamma sont également émis lors de cette décroissance, principalement de 113 keV et 208 keV.

La période physique du ^{177}Lu est de 6,647 jours.

Cet isotope peut être utilisé pour le marquage de l'antigène membranaire spécifique de la prostate (PSMA) pour former du [^{177}Lu]-PSMA, utilisé dans le traitement par radiothérapie métabolique des carcinomes prostatiques.

Données :

- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Équivalent énergétique de l'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1 \text{ uma} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- W_T facteur de pondération tissulaire de la prostate (à laquelle la tumeur sera ici assimilée) = 0,01
- W_R facteur de pondération lié aux rayonnements β^- , β^+ et X = 1
- μ : coefficient d'atténuation linéique du plexiglas = $5,35 \text{ cm}^{-1}$
- Numéro atomique de quelques éléments :

Z	69	70	71	72	73
Symbole	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta
Nom	Thulium	Ytterbium	Lutécium	Hafnium	Tantale
Masse atomique (u)	168,93421	173,93886	176,94376	176,94323	179,94572

Questions

QUESTION N° 1 :

Écrire l'équation de désintégration par émission β^- du lutécium-177.

Identifier la (les) particule(s) émise(s), ainsi que le noyau fils en précisant son symbole, son numéro atomique et son nombre de masse.

QUESTION N° 2 :

Calculer l'énergie cinétique maximale (en MeV) emportée par le rayonnement β^- .

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION**Exercice N° 5 (40 points)****QUESTION N° 3 :**

Afin de réaliser le radiomarquage du PSMA, on dispose d'une solution de 9,5 GBq de lutécium-177 d'activité volumique 40 GBq/mL, dans de l'acide chlorhydrique 0,04 M.

- Calculer la masse totale de lutécium-177 présente dans le flacon
- Calculer le volume total de solution dans le flacon
- Calculer le pH de la solution de lutécium-177
- Calculer l'activité en [¹⁷⁷Lu]-PSMA obtenue, sachant que le rendement de marquage, tenant compte de la décroissance, est de 80 %.

QUESTION N° 4 :

Cette solution de [¹⁷⁷Lu]-PSMA est ensuite immédiatement formulée pour injection (solution pour perfusion), calibrée au lundi 7 juin 2021 à 12 h, dans un volume total de 20 mL.

Calculer l'activité volumique de la solution pour perfusion à la date et l'heure de calibration.

QUESTION N° 5 :

Dans le cadre de la prise en charge thérapeutique de son cancer de la prostate, cette solution de [¹⁷⁷Lu]-PSMA est perfusée à un patient le mardi 8 juin 2021 à 14 h.

Quelle activité lui sera administrée ?

QUESTION N° 6 :

Suite à cette administration de [¹⁷⁷Lu]-PSMA, l'énergie absorbée par la tumeur (E_{Ab}), issue du rayonnement β^- , est égale à $1,25 \cdot 10^{12}$ MeV (rayonnement β^- principal).

Sachant que la tumeur de ce patient pèse environ 10 g, quelle est la dose absorbée à la tumeur ?

QUESTION N° 7 :

Dans le cadre de la prise en charge de son carcinome prostatique, ce patient reçoit un total de 6 cycles de traitement par [¹⁷⁷Lu]-PSMA, tels que celui décrit ci-dessus. Il bénéficie par ailleurs d'une imagerie TEP à la [¹⁸F]-Fluorocholine (dose efficace = 12 mSv par examen), de 2 autres examens TEP au [⁶⁸Ga]-PSMA (dose efficace = 11,5 mSv par examen), d'un scanner corps entier (dose efficace = 15 mSv par examen), et de 2 IRM.

Déterminer la dose efficace totale correspondant au détriment global pour ce patient, dans le cadre de sa prise en charge.

QUESTION N° 8 :

Calculer l'épaisseur d'un écran de plexiglas nécessaire pour réduire d'un facteur 100 le débit de dose d'exposition du personnel lors de la perfusion.