EXERCICE 2 - La scintigraphie cardiaque (5 points)

La scintigraphie cardiaque est un examen indolore, réalisé par le cardiologue ou le médecin nucléaire pour évaluer la santé cardiaque d'un patient. L'examen dure environ 15 à 30 minutes et consiste en l'injection intraveineuse de thallium 201 radioactif. Le thallium 201 émet des rayons γ captés par une caméra à scintillation.

L'objectif de cet exercice est d'analyser les propriétés du thallium 201 utilisé pour analyser le fonctionnement cardiaque, ainsi que son comportement dans l'organisme lors de son injection et de son élimination au cours d'une scintigraphie du cœur.

Le thallium 201 ($^{201}_{81}\text{Tl}$), utilisé pour la scintigraphie peut se désintégrer en mercure 201 selon l'équation :

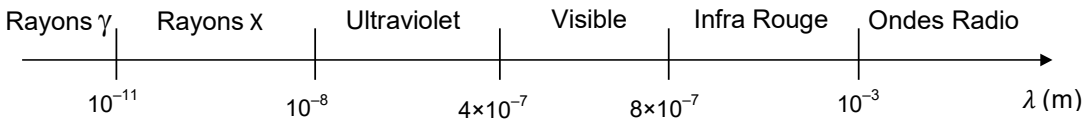
$$^{201}_{81}\text{Tl} \rightarrow {}^{201}_{80}\text{Hg}^{*} + {}^{0}_{1}\text{e} ,$$

où $^{201}_{80}\text{Hg}^{*}$ représente un état excité du $^{201}_{80}\text{Hg}$.

Q1. Préciser à quel type de désintégration correspond cette transformation nucléaire.

Le $^{201}_{80}\text{Hg}^{*}$ se désexcite très rapidement en émettant un photon γ d'énergie E égale à 135 keV.

Données :
- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00\times10^{8}$ m·s^{-1} ;
- constante de Planck : $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s ;
- électronvolt : 1 eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J ;
- relation entre l'énergie et la longueur d'onde dans le vide λ_v : $E = \frac{hc}{\lambda_v}$;
- domaines spectraux des ondes électromagnétiques.



Q2. À l'aide des données, exprimer puis calculer la longueur d'onde λ_v de ce rayonnement d'énergie E dans le vide.

Q3. Retrouver alors le domaine du spectre auquel appartient ce rayonnement lors de la désintégration du thallium 201.

Q4. Citer une méthode de protection contre ces rayonnements ionisants.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 2
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Données et rappels :

➢ L'activité d'un échantillon de noyaux radioactifs est le nombre de désintégrations radioactives par unité de temps dans cet échantillon.

➢ L'activité $A(t)$ à l'instant t est ici liée au nombre de nombre de noyaux $N(t)$ restant à l'instant t par la relation : $A(t) = \lambda N(t)$, dans laquelle λ est la constante radioactive de la désintégration.

➢ La loi de décroissance radioactive relative à l'activité est $A(t) = A_0 e^{-\lambda . t}$;

➢ Demi-vie (ou période) du thallium 201 : $t_{1/2}$ = 3,04 jours.

➢ 1 jour = 86400 s

Lors d'une scintigraphie du cœur, on injecte une solution stérile de chlorure de thallium 201. L'examen du patient considéré nécessite l'injection par voie intraveineuse d'une dose présentant une activité A_0 = 78 MBq.
Après l'administration du chlorure de thallium, il est conseillé de boire beaucoup d'eau pour éliminer le thallium restant par voie urinaire.

Q5. Donner la relation entre l'activité $A(t)$ d'un échantillon et la dérivée temporelle du nombre de noyaux radioactifs $N(t)$, notée $\frac{dN(t)}{dt}$, dans cet échantillon.

Q6. Établir l'équation différentielle régissant la population de noyaux radioactifs $N(t)$ sous la forme $\frac{dN(t)}{dt} + \lambda N(t) = 0$.

Q7. Vérifier que $N(t) = N_0 e^{-\lambda \cdot t}$ est solution de l'équation différentielle précédente, avec N_0 le nombre de noyaux radioactifs initialement présents dans l'échantillon.

Q8. Établir l'expression de la constante radioactive en fonction du temps de demi-vie $t_{1/2}$. En déduire que la valeur de la constante radioactive λ du thallium 201 est $2{,}64 \times 10^{-6}$ s^{-1}.

Q9. Calculer l'activité restante A_r chez le patient deux heures après l'injection. Conclure.

Q10. Calculer la durée $t_{1\%}$, en jours, au bout de laquelle l'activité radioactive du thallium 201 est égale à 1% de sa valeur initiale A_0. Justifier alors le fait qu'il est nécessaire de boire beaucoup d'eau après l'examen.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 2
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer