TST 03

Radioactivité

Document 1 Une application médicale : la scintigraphie

La **scintigraphie** est une méthode d'imagerie médicale de médecine nucléaire qui produit une image fonctionnelle par l'administration d'un médicament radiopharmaceutique (MRP) dont on détecte les rayonnements qu'il émet une fois qu'il a été capté par l'organe ou la cible à examiner.
Le patient reçoit des molécules ou des isotopes radioactifs qui vont se fixer sur les organes ou les tissus que l'on cherche à explorer. Ensuite une machine, en général une gamma-caméra, détecte les rayons émis par le corps. Enfin, on reconstruit l'image obtenue. La dose de radioactivité est maintenue faible de manière à minimiser les risques liés à l'irradiation.

http://www.i-professionnel.com/sante/scintigraphie-encyclopedie-medicale-2512.html

Document 2 Les isotopes du carbone

Le carbone possède 15 isotopes connus. Leur nombre de masse varie de 8 à 22, dont seulement deux formes stables, ^{12}C et ^{13}C. En prenant en compte leurs abondances naturelles, on obtient une masse atomique moyenne sur Terre de 12,0107 u (unité de masse atomique).
Le radioisotope le plus stable est le carbone 14, seul radioisotope présent dans la nature

Document 3 Loi de conservation

Dans toute réaction nucléaire de nombreuses lois de conservation sont mises en jeu. Pour écrire les équations de désintégrations nucléaires, nous en utiliserons deux : la conservation du nombre de masse (nombre de nucléons A) et la conservation du nombre de charges (Z).

Document 4 Découvrir la radioactivité

http://www.cea.fr/multimedia/Pages/animations/radioactivite/de-l-atome-a-la-radioactivite.aspx
http://www.cea.fr/multimedia/Pages/animations/radioactivite/radioactivite.aspx
http://www.cea.fr/multimedia/Pages/animations/radioactivite/becquerel.aspx
http://www.cea.fr/multimedia/Pages/animations/radioactivite/compteur-geiger-muller.aspx

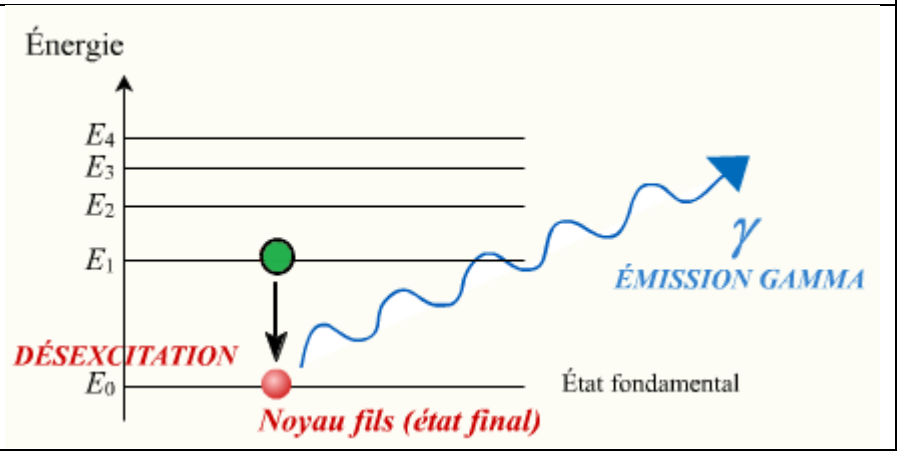
Document 5 Les différents types de radioactivité

Radioactivité α : réaction **spontanée** au cours de laquelle un noyau père instable se désintègre en un noyau fils plus stable avec émission d'un noyau d'hélium $^{4}_{2}He$ appelé « particule **α** ».
Ce type de radioactivité se produit pour les noyaux trop riches en nucléons.
Radioactivité β- : réaction **spontanée** au cours de laquelle un noyau père instable se désintègre en un noyau fils plus stable avec émission d'un électron $^{0}_{-1}e$ appelé "particule **β-**".
Ce type de radioactivité se produit pour les noyaux trop riches en neutrons.
Radioactivité β+ : réaction **spontanée** au cours de laquelle un noyau père instable se désintègre en un noyau fils plus stable avec émission d'un positron $^{0}_{1}e$ appelé "particule **β+**". Cette radioactivité est qualifiée de radioactivité artificielle car elle se produit avec des noyaux obtenus en laboratoire. Elle est caractéristique des noyaux contenant trop de protons

Document 6 Rayonnement gamma

Il ne s'agit pas d'émission de particules matérielles mais d'un rayonnement électromagnétique de très haute fréquence ($f > 10^{20}$ Hz) extrêmement pénétrant dont on doit se protéger.

Lors d'une désintégration il est très fréquent que le noyau fils obtenu soit dans un état excité. Afin de se stabiliser il va devoir perdre de l'énergie sous la forme d'un rayonnement hautement énergétique appelé photon gamma.



I) Généralités

Après avoir visualisé les différentes animations du CEA répondre aux questions suivantes.

1) Rappeler la signification de la représentation ${}^{A}_{Z}X$ et la définition d'un isotope.
2) Qu'est-ce que la radioactivité ?
3) Qu'est-ce que l'activité d'un échantillon radioactif ? Avec quel appareil la mesure-t-on et dans quelle unité ?
4) Donner la valeur de quelques activités de produits courants.
5) Proposer un protocole expérimental pour mesurer l'activité radioactive ambiante.

II) Différents types de radioactivité

1) Ecrire, pour chacune des trois désintégrations ci-dessous, l'équation de la désintégration en utilisant les document 3 et 5.

- L'uranium 238 se désintègre en thorium 232 par radioactivité α.
- Le carbone 14 se désintègre en azote par radioactivité β-.
- L'isotope 13 de l'oxygène se désintègre par radioactivité β+.

2) En déduire l'équation générale de la désintégration d'un atome ${}^{A}_{Z}X$:

- Par radioactivité α.
- Par radioactivité β-.
- Par radioactivité β+.

Exercices :

Compléter les équations suivantes :

${}^{211}_{85}\mathrm{As} \xrightarrow{(\alpha)}$	${}^{24}_{11}\mathrm{Na} \xrightarrow{(\beta^-)}$	${}^{40}_{19}\mathrm{K} \xrightarrow{(\beta^+)}$
$\rightarrow {}^{206}_{82}\mathrm{Pb} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$	$\rightarrow {}^{40}_{20}\mathrm{Ca} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$	$\rightarrow {}^{30}_{14}\mathrm{Si} + {}^{0}_{1}\mathrm{e}$

III) Examens médicaux

La désintégration du molybdène 99 (émetteur β^-) donne comme noyau fils le technétium 99 qui se trouve dans un état métastable (ou excité), ${}^{99}_{43}\mathrm{Tc}^*$. Ce noyau se désexcite, avec une période de 6 heures, en émettant un rayonnement gamma d'énergie égale à 140 keV.

Le technétium 99 est utilisé pour la recherche de tumeurs osseuses de la face.

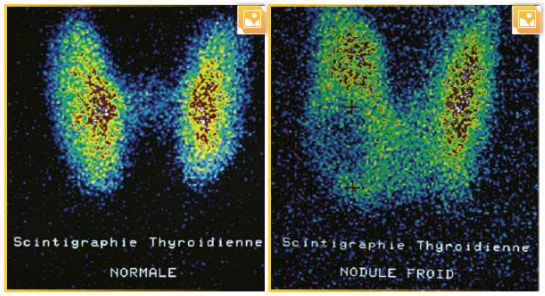
Données : 1 eV = 1,6 × 10^{-19} J ; h = 6,63 × 10^{-34} J·s et c = 3,00 × 10^{8} m·s^{-1}.

Scintigraphie osseuse au technétium 99

1. Quelle est la nature du rayonnement gamma ?
2. Donner l'équation de la désintégration du technétium 99 métastable.
3. Calculer la longueur d'onde dans le vide de ce rayonnement.

IV) Examens médicaux

« L'iode 131 est utilisé en thérapie du cancer de la thyroïde. Il permet notamment de détruire les cellules thyroïdiennes restantes après ablation de la thyroïde s'il existe un risque de rechute. Par ailleurs, dans le cas d'hyperthyroïdie résistant à un blocage médicamenteux, un traitement à l'iode 131 permet de détruire spécifiquement les cellules thyroïdiennes. L'iode 123 est réservé au diagnostic (scintigraphie), il permet de faire des explorations fonctionnelles et morphologiques de la thyroïde. » (Extrait d'un article du site du CEA)



Scintigraphie de glandes thyroïdes
(a) thyroïde normale ; (b) présence d'une anomalie.

L'iode ${}^{123}_{53}\mathrm{I}$ est un noyau radioactif de demi-vie égale à 13,3 heures. Le noyau fils formé est du tellure ${}^{123}_{52}\mathrm{Te}$.
On injecte à un patient, pour une scintigraphie, une dose d'iode 123 dont l'activité au moment de l'injection est égale à 7 MBq.

1. Donner la composition des noyaux d'iode cités dans le texte. Qu'ont-ils en commun ? Qu'est ce qui les différencie ?
2. Écrire l'équation de désintégration de ${}^{123}_{53}\mathrm{I}$. Quels sont le nom de la particule émise et le type de radioactivité. ?
3. L'examen est pratiqué trois heures après l'injection pour que l'iode injecté soit fixé par la thyroïde. Au moment de l'examen l'activité de l'iode est-elle supérieure ou inférieure à 3,5 MBq ?
4. Pour vérifier les effets d'un traitement une deuxième scintigraphie est pratiquée, après un délai de six semaines entre les deux examens. Montrer que ce délai est suffisant pour que le premier examen ne perturbe pas le deuxième.