

"Au cours du XX^e siècle, d'énormes progrès ont été réalisés en médecine grâce à la radioactivité. La technique consiste à introduire dans l'organisme des substances radioactives appelées traceurs pour diagnostiquer (identifier la maladie) et soigner. Par exemple, on sait que les phosphonates entrent dans le métabolisme¹ osseux; si on injecte du phosphonate radiomarqué au "technétium 99", celui-ci se comporte comme un traceur. Il participe au métabolisme de la même façon que le phosphonate naturel auquel il est mélangé et se répartit sur le squelette. Le rayonnement gamma émis traverse les tissus et peut donc être détecté à l'extérieur de l'organisme par une gamma caméra. Cette caméra permet d'obtenir des informations sous forme d'une image appelée la scintigraphie. Celle-ci pourra apporter des renseignements fonctionnels comme, par exemple, le degré de consolidation d'une fracture.

D'autres traceurs sont utilisés; citons: l' "iode 131"; le "carbone 11"; l' "azote 13"; l' "oxygène 15". Ils sont choisis parce que leur radioactivité décroît rapidement.

La radioactivité est utilisée dans le traitement des tumeurs et des cancers: c'est la radiothérapie. Le principe consiste à bombarder une tumeur avec le rayonnement β^- émis par le "cobalt 60".

Dans certains cas, il faut une source radioactive plus ionisante: on utilise un rayonnement de type alpha, plus massif que les autres.

La découverte de la radioactivité a donné aux sciences, à la médecine et à l'industrie un élan qui, après un siècle, ne s'est pas ralenti."

¹ Le métabolisme représente l'ensemble des transformations physiques et chimiques dans les tissus vivants.

D'après des textes d'un site internet

1. Questions préalables

1.1. Par quels nombres caractérise-t-on le noyau d'un atome?

1.2. Le "carbone 11" et le "carbone 12" sont deux isotopes. Qu'est-ce qui différencie les isotopes d'un même élément chimique?

1.3. Donner la composition du noyau de "carbone 11".

1.4. L' "oxygène 15" est radioactif β^+ . Ecrire l'équation de la désintégration correspondante. On supposera que le noyau fils n'est pas émis dans un état excité. Énoncer les lois de conservation relatives à une transformation nucléaire.

Extrait de la classification périodique:

${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$	${}_9\text{F}$	${}_{10}\text{Ne}$	${}_{11}\text{Na}$
----------------	----------------	----------------	----------------	--------------------	--------------------

2. A propos du texte

2.1. Dans le texte on parle de traceurs, quelle propriété commune présentent-ils?

2.2. Le texte donne une particularité des radioéléments utilisables en scintigraphie, laquelle?

2.3. Dans le texte, il est question de radioactivité β^- et alpha; donner le nom et le symbole ${}^A_Z\text{X}$ de chacune de ces particules.

2.4. Justifier à partir de la question précédente la phrase "un rayonnement de type alpha plus massif que les autres".

3. Scintigraphie

La médecine nucléaire consiste à introduire des substances radioactives à l'intérieur d'un organisme vivant à des fins de diagnostic et de thérapeutique. L'histoire de la médecine nucléaire est étroitement liée à celle de la physique nucléaire. Dès 1903 fut reconnue l'action bénéfique des rayons du radium pour le traitement des tumeurs cancéreuses : c'était la naissance de la radiothérapie. Mais c'est principalement la découverte de la radioactivité artificielle en 1934 par Irène et Frédéric Joliot-Curie qui a mis à la disposition des médecins et des biologistes une grande variété d'isotopes radioactifs conduisant à l'établissement de diagnostics précis.

Actuellement, le technétium 99 est très utilisé en médecine nucléaire car il présente les avantages suivants :

- sa durée de vie est courte et réduit l'irradiation du patient tout en étant compatible avec la durée de l'examen ;
- il peut être associé à de nombreuses molécules, ce qui permet l'étude de nombreux organes ;
- il est moins coûteux que d'autres isotopes radioactifs ;
- et enfin il peut être facilement mis à la disposition des médecins.

Données :

Noyau	technétium 97	technétium 99	molybdène 96	molybdène 99	deutérium	neutron
Symbole	${}_{43}^{97}\text{Tc}$	${}_{43}^{99}\text{Tc}$	${}_{42}^{96}\text{Mo}$	${}_{42}^{99}\text{Mo}$	${}_{1}^2\text{H}$	${}_{+1}^0\text{n}$

Particule ou noyau	molybdène 99	technétium 99	proton	neutron	électron
Masse en u	98,88437	98,88235	1,00728	1,00866	0,00055

Unité de masse atomique	$1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
Électronvolt	$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

Le technétium est un élément chimique de numéro atomique 43. Son nom vient du grec « technetos » qui signifie « artificiel ». C'est en effet le premier élément chimique produit sans avoir été découvert dans la nature. Tous les isotopes connus du technétium sont radioactifs. En 1937, Carlo Perrier et Emilio Segré ont synthétisé l'isotope 97 du technétium en bombardant du molybdène 96 avec du deutérium.

3.1. Écrire l'équation de la réaction nucléaire de synthèse du technétium 97 sachant qu'une particule ${}^A_Z\text{X}$ est émise.

Actuellement pour fabriquer du technétium 99, il existe des générateurs molybdène / technétium à l'intérieur desquels le molybdène 99 se désintègre en technétium 99.

3.2. Écrire l'équation de la désintégration du molybdène 99. De quel type de radioactivité s'agit-il ?

3.3. En vous aidant du tableau ci-dessus, calculer la variation de masse Δm en unité de masse atomique (symbole u).

3.4. Exprimer le résultat précédent en kg.

3.5. En appliquant la relation équivalence énergie-masse $E = \Delta m \times c^2$ en déduire en joules l'énergie libérée lors de la désintégration d'un noyau de molybdène 99.

3.6. Exprimer le résultat précédent et eV puis en MeV.