

PHYSIQUE 2 : Tchernobyl (4 pts sur 20)

L'iode $^{131}_{53}\text{I}$ constitue un produit de fission particulièrement redouté quand il est relâché dans l'atmosphère à la suite d'explosions de bombes atomiques ou d'un accident comme celui de Tchernobyl. Le danger provient du fait qu'il est aisément volatil et extrêmement radioactif. Respiré, il se concentre dans la thyroïde et pouvant être à l'origine de cancers de cette glande sensible qui fixe l'iode.

- 0,5pt 1- Définir un noyau radioactif.
- 2- L'iode 131, de période radioactive $T = 8$ jours, est émetteur β^- . Il se désintègre en un noyau de xénon selon l'équation : $^{131}_{53}\text{I} \rightarrow ^A_Z\text{Xe} + \beta^- + \gamma$
- 0,5pt a- Déterminer la composition du noyau de xénon Xe.
- 1pt b- Déterminer l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau d'iode 131.
- 1pt c- On suppose que le noyau de xénon formé est au repos. Déduire l'énergie emportée par la particule β^- sachant que l'énergie du rayonnement γ émis lors du retour du noyau de xénon à son état fondamental est $E_\gamma = 0,268$ MeV.
- 1pt 3- L'activité de l'iode 131 rejeté lors de l'explosion de Tchernobyl est évaluée à : $A_0 = 1,76 \cdot 10^{18}$ Bq. Déterminer le nombre de noyaux d'iode 131 rejetés lors de cette explosion.
On donne : $m(^{131}_{53}\text{I}) = 130,906126$ u ; $m(^A_Z\text{Xe}) = 130,905084$ u ; $m(\beta^-) = 0,000549$ u ; $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$.

PHYSIQUE 3 : Evolution temporelle d'une substance radioactive (4 pts sur 20)

La radioactivité est un phénomène physique naturel au cours duquel des noyaux atomiques instables se désintègrent en dégageant de l'énergie, pour se transformer en noyaux atomiques stables. L'évolution de la concentration $c_r(t)$ d'une substance radioactive suit une loi cinétique d'ordre 1 :

$$\frac{dc_r(t)}{dt} = -\lambda c_r(t).$$

- 1pt 1) Exprimer $c_r(t)$ en fonction de $c_r(0)$, λ et t .
L'usage est de caractériser l'activité d'un atome par sa période T , temps au bout duquel la concentration initiale a été divisée par deux.
- 0,5pt 2) Relier λ et T .
L'uranium présent dans l'écorce terrestre s'y trouve essentiellement sous forme de deux isotopes : ^{238}U et ^{235}U :

	abondance	T
^{238}U	99,3 %	$4,5 \cdot 10^9$ ans
^{235}U	0,7 %	$0,7 \cdot 10^9$ ans

- 1pt 3) En supposant qu'au moment de la création de la Terre les quantités des deux isotopes étaient égales, donner une évaluation de l'âge de la Terre.
- ^{235}U possède la propriété d'être fissile : il peut capter un neutron lent (n) pour fissionner en plusieurs atomes plus légers et plusieurs neutrons rapides (n^*).
Par exemple : $^{235}\text{U} + n \rightarrow ^{93}\text{Kr} + ^{140}\text{Ba} + 3n^*$.
En moyenne sur toutes les réactions possibles, chaque atome ^{235}U qui fissionne libère 200 MeV et 2,5 neutrons.
- 0,5pt 4) Évaluer l'énergie récupérable dans un gramme de ^{235}U .
- 1pt 5) Quelle masse d'octane (C_8H_{18}), dont l'enthalpie de combustion vaut $-5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, faut-il brûler pour obtenir la même énergie ? Conclure.