

EPREUVE D'EXERCICES D'APPLICATION - 2011- ZONE NORD

Exercice 1

ENONCE

Le 26 avril 1986 un réacteur de la centrale nucléaire de Tchernobyl s'emballe et explose. Le panache ainsi rejeté dans l'atmosphère a disséminé des radionucléides importants sur le plan sanitaire tels que l'iode 131 et le césium 137.

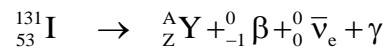
Données :

- constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- équivalent énergétique de l'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- 1 an = 365,25 jours
- numéro atomique de quelques éléments :

Z	51	52	53	54	55	56
Symbole	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba
Nom	antimoine	tellure	iode	xénon	césium	baryum

QUESTION N° 1 :

L'iode 131 est un émetteur β^- de période radioactive $T = 8,0$ jours qui se désintègre selon l'équation :



Y représente le noyau formé dans son état fondamental.

- Préciser le nombre de masse A, le numéro atomique Z et le nom du noyau Y.
- Calculer, en MeV, l'énergie cinétique maximale $E_{\beta_{\max}^-}$ emportée par le rayonnement β^- .
On donne les masses des atomes $M({}_{53}^{131}\text{I}) = 130,906114 \text{ u}$ et $M({}_Z^A\text{Y}) = 130,905072 \text{ u}$ et l'énergie $E_\gamma = 0,364 \text{ MeV}$ du rayonnement γ émis lors du retour à l'état fondamental du noyau Y.
- Calculer la constante radioactive λ , en j^{-1} , de l'iode 131. Donner sa signification physique.
- L'activité de l'iode 131 rejetée lors de l'explosion de Tchernobyl est évaluée à $A_0 = 1,76 \cdot 10^9 \text{ GBq}$. Au bout de combien de jours cette activité est-elle devenue inférieure à 1 Bq ?

QUESTION N° 2 :

Le césium 137 est également un émetteur β^- mais de période radioactive $T = 30,1$ ans. La contamination des sols à la suite de l'explosion est principalement due à ce radionucléide. Selon le comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements atomiques (UNSCEAR), une surface d'aire $S = 10\,000 \text{ km}^2$ de territoire de l'ex-Union Soviétique a été contaminée en 1986 avec du césium 137 produisant une radioactivité surfacique de $555 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-2}$.

EPREUVE D'EXERCICES D'APPLICATION - 2011- ZONE NORD

Exercice 1 (suite)

- a) Calculer le nombre de noyaux de césium 137 qui correspondent à une activité de 555 kBq.
- b) Calculer la masse, en kg, de césium 137 qui a été déposée sur les territoires contaminés de l'ex-Union Soviétique d'aire $S = 10\,000\text{ km}^2$.
- c) Si on suppose que la décroissance radioactive est la seule cause de décontamination et qu'il n'y a pas de nouvel apport de césium 137, au bout de combien d'années la radioactivité surfacique des territoires contaminés passera-t-elle de 555 kBq.m^{-2} à 37 kBq.m^{-2} , limite inférieure de contamination selon l'UNSCEAR.
- d) Après ingestion accidentelle, le césium 137 se répartit de manière homogène dans tout l'organisme. Sachant que la constante d'élimination effective est $\lambda_e = 0,01007\text{ j}^{-1}$ chez un adulte, calculer la période biologique (en jours) du césium pour l'organisme entier.