



Exercice 1

A une date $t_0=0s$, on dispose d'un échantillon contenant N_0 noyaux d'américium ${}^{241}_{95}Am$. A différentes dates t , on mesure, à l'aide d'un compteur de Geiger, son activité A . On obtient la courbe représentée ci-dessous : $\ln(A)=f(t)$

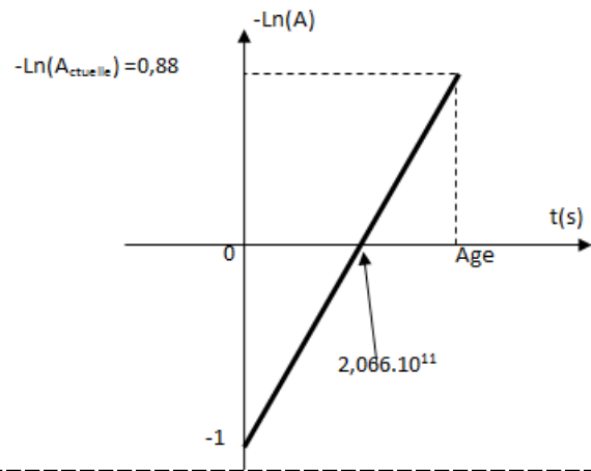
a) Définir l'activité d'une substance radioactive, donner son unité.

b) En utilisant la loi de décroissance radioactive : $N=N_0.e^{-\lambda t}$, Montrer $-\ln(A)=-\lambda.t - \ln(A_0)$.

c) Déterminer graphiquement :

- La valeur de la constante radioactive λ de ${}^{241}_{95}Am$. Déduire sa demi-vie $t_{1/2}$.
- L'activité A_0 de l'échantillon d'américium ${}^{241}_{95}Am$.
- Déduire N_0 .

L'activité actuelle. Calculer l'âge de l'échantillon d'américium.



Exercice 2

Le radium ${}^{226}_{88}Ra$ est un noyau instable. Par une série de désintégrations successives de type α et β^- , il se transforme en un noyau stable isotope du plomb ${}^{206}_{82}Pb$.

1. Donner la composition du noyau de radium Ra .

2. Définir les désintégrations α et β^- en précisant la nature des particules émises.

Comment se modifient le nombre de masse et le nombre de charge du noyau père lors d'une désintégration α et lors d'une désintégration β^- ?

3. Ecrire l'équation représentant la première désintégration de Ra , qui est du type α . On obtient un noyau de radon de symbole Rn.

4. Le radon est lui-même radioactif β^- et sa désintégration conduit à un isotope du francium Fr. Ecrire l'équation correspondante.

5. Déterminer par un raisonnement simple (utilisant la réponse à la question 2) le nombre de désintégrations du type α et du type β^- nécessaires pour passer du noyau de radium au noyau de plomb.

Exercice 3

La glande thyroïde produit des hormones essentielles à différentes fonctions de l'organisme à partir de l'iode alimentaire. Pour vérifier la forme ou le fonctionnement de cette glande, on procède à une scintigraphie thyroïdienne en utilisant les isotopes ${}^{131}_{53}I$ ou ${}^{123}_{53}I$ de l'iode. L'iode 131 ($Z = 53$) est émetteur β^- et sa demi-vie $t_{1/2}$ vaut 8,1 jours. Le 25 août 2007, un centre hospitalier reçoit un colis d'iode radioactif d'activité $A = 2,6.10^9$ Bq

1. Ecrire l'équation de la désintégration

2. Quels sont les rayonnements émis par l'iode radioactif dans le corps humain ?

3. Tracer la courbe représentative de l'activité $A(t)$ pour $0 < t < 60$ jours après la réception

4. Calculer la masse d'iode radioactif contenu dans le colis à la date du 25 août 2007

5. En utilisant la courbe tracée précédemment, déterminer l'activité du colis d'iode non encore utilisé 30 jours après réception ; retrouver la valeur exacte par le calcul.

6. Lors d'un examen médical, on injecte à un patient une quantité d'iode radioactif d'activité voisine de 4.10^6 Bq. Combien d'injections peut-on réaliser à partir de l'échantillon non encore utilisé, le 25 septembre 2007 ?

7. Quelle activité, due à l'iode 131, reste-t'il dans le corps du patient un an après l'injection ? que peut-on conclure du résultat observé ?

8. La conclusion de la question précédente serait-elle identique si le traceur utilisé avait une demi-vie égale à 90 jour ?
Données : masse molaire atomique M_I de l'iode : $M_I = 131$ g/mol ; constante d'Avogadro = $6,02.10^{23}$ mol $^{-1}$; extrait de la classification périodique : tellure ${}_{52}Te$ / iode ${}_{53}I$ / xénon ${}_{54}Xe$ / Césium ${}_{55}Cs$

Exercice 4

le Thorium ${}^{230}_{90}\text{Th}$ est utilisé dans la datation des coraux et concrétions carbonatées ainsi que dans la datation des sédiments marins et lacustres.

1. L'Uranium ${}^{238}_{92}\text{U}$: se désintègre en Thorium ${}^{230}_{90}\text{Th}$: en émettant x particules α et y particules β^- .

1.1 Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire en déterminant les valeurs de x et y

1.2 On symbolise par λ : la constante radioactive de thorium 230

Et par λ' : la constante radioactive de l'Uranium 238

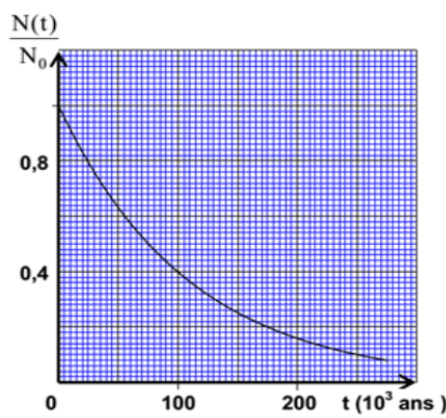
Montrer que le rapport $\frac{N({}^{230}_{90}\text{Th})}{N({}^{238}_{92}\text{U})}$: reste constant lorsque les deux échantillons de

${}^{238}_{92}\text{U}$ et de ${}^{230}_{90}\text{Th}$ ont la même activité radioactive à la date t , $N({}^{230}_{90}\text{Th})$ et $N({}^{238}_{92}\text{U})$ sont respectivement le nombre des noyaux de l'uranium et de Thorium à la même date t .

2. Le Thorium 230 se désintègre en Radium ${}^{226}_{88}\text{Ra}$: écrire l'équation de cette transformation nucléaire en précisant sa nature.

3. On note par $N(t)$ le nombre des noyaux de Thorium 230 présent dans un échantillon de corail à la date t et N_0 le nombre de ces noyaux à la date $t = 0$.

La courbe ci-jointe représente les variations du rapport $N(t)/N_0$ en fonction du temps t .



Montrer que la demi-vie de Thorium 230 est : $t_{1/2} = 7,5 \cdot 10^4$ ans.

4. La courbe ci-jointe est utilisée pour dater un échantillon d'un sédiment marin de forme cylindrique d'hauteur h prélevé dans le plancher océanique.

Les résultats d'analyse d'une masse m prélevé dans la base supérieure de cet échantillon montre qu'il contient $m_s = 20 \mu\text{g}$ de ${}^{230}_{90}\text{Th}$, par contre la même masse m prélevé dans la partie inférieure du même échantillon montre qu'il contient uniquement $m_p = 1,2 \mu\text{g}$ de ${}^{230}_{90}\text{Th}$.

Nous considérons qu'à $t = 0$, $m_0 = m_s$. Calculer l'âge de la partie prélevé dans la base inférieure de l'échantillon, en ans

Exercice 5

Le stimulateur cardiaque est un dispositif électrique implanté dans le corps humain, qui active les muscles relâchés dans le cœur du patient et lui donne l'énergie nécessaire à son fonctionnement. Afin d'éviter le renouvellement du remplacement des piles électrochimiques, on utilise une pile particulier de plutonium (${}^{238}_{94}\text{Pu}$) radioactif type α sous forme Un récipient hermétiquement fermé contenant une masse (m_0) de matières radioactives.

1 - définir les termes suivants: isotope - noyau radioactif?

2 - Ecrire l'équation de désintégration de plutonium (${}^{238}_{94}\text{Pu}$)

3 - La courbe ci-contre donne l'activité $a(t)$ de l'échantillon en fonction de temps.

3.1 Déterminez l'activité initiale de l'échantillon utilisé.

3.2 Montrer que la constante de désintégration est $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$.

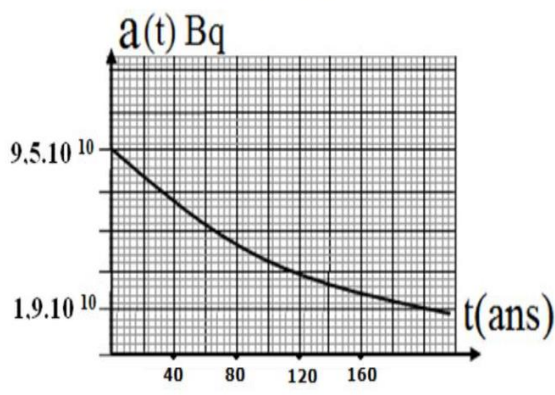
3-3 Calculer N_0 le nombre de noyaux initiaux et en déduire la valeur de la masse m_0 utilisée dans le stimulateur.

4 - On considère que le stimulateur fonctionne de façon satisfaisante jusqu'à une diminution de 30 % de son activité.

A quel âge le patient doit-il remplacer le dispositif?

Données :

Constante d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} / \text{mol}$ Masse molaire de plutonium $M = 238 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $1 \text{ an} = 31,536 \cdot 10^6 \text{ s}$



Exercice 6

Le polonium ${}^{210}_{84}\text{Po}$ est radioactif α , sa désintégration conduit à la formation d'un isotope de plomb ${}^{206}_{82}\text{Pb}$.

La demi-vie du polonium ${}^{210}_{84}\text{Po}$ est $t_{1/2} = 138 \text{ jours}$

1. Ecrire l'équation de désintégration de ${}^{210}_{84}\text{Po}$

2. Calculer la constante radioactive de ${}^{210}_{84}\text{Po}$

3. Sachant que l'activité initiale de l'échantillon de polonium 210 est $a_0 = 10^{10} \text{ Bq}$. Calculer le nombre de noyaux radioactifs N_0 dans l'échantillon à l'instant initial.

4. Déterminer la durée nécessaire pour que l'activité de l'échantillon soit égale à $a_0/4$

5. Donner la relation entre a_0 et $a(t)$: l'activité de l'échantillon à un instant t

6. Exprimer la décroissance relative de l'activité $r = \frac{a_0 - a(t)}{a_0}$ en fonction de $t_{1/2}$. Puis calculer r pour $t = 1 \text{ jour}$.