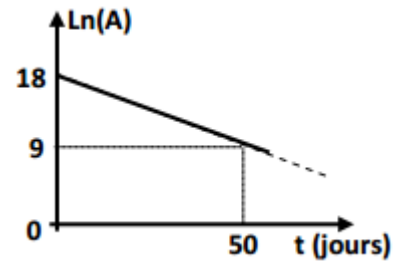


Exercices

Décroissance radioactive

EXERCICE 1

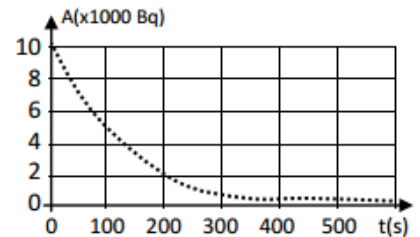
L'air contient l'isotope du radon 222 en quantité plus ou moins importante. Ce gaz radioactif naturel provient des roches qui contenaient de l'uranium et du radium. A un instant pris comme origine du temps ($t=0$), l'activité d'un échantillon de radon 222 est A_0 . À une date ultérieure t , la mesure de l'activité A de cet échantillon à différents instants t a permis de tracer la courbe de la figure ci-contre représentant les variations de $\ln(A)$ en fonction du temps t où \ln désigne le logarithme népérien et A est l'activité de l'échantillon à l'instant t , exprimée en Bq. cet activité devient A .



1. Donner l'expression de la loi de décroissance radioactive en fonction de A .
2. Déduire graphiquement la valeur de la période radioactive du radon 222.
3. Déterminer l'activité initiale de l'échantillon radioactive à $t=0$.
4. Calculer le nombre N de noyau de radon 222 désintégrés pendant 50 jours

EXERCICE 2

Le graphique de la figure ci-contre représente l'activité d'un radionucléide en fonction du temps.



1. Rappeler l'expression de la loi de décroissance radioactive.
2. Déterminer l'activité initiale
3. Déterminer la demi-vie $t_{1/2}$ du radioélément.
3. Calculer la constante radioactive λ en précisant son unité.
4. A l'instant $t=100s$ déterminer le nombre de noyaux présent à l'échantillon

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 et le fonctionnement de cette glande, on procède à une scintigraphie thyroïdienne en utilisant les isotopes $^{131}_{53}I$ et $^{123}_{53}I$ de l'iode.

Pour cette scintigraphie un patient ingère une masse $m = 1, 10 \mu\text{g}$ de l'isotope $^{131}_{53}I$.

1. Calculer le nombre d'atomes N_0 radioactifs initialement présents dans la dose ingérée.

L'instant de l'ingestion est pris comme origine des temps.

2. L'isotope $^{131}_{53}I$ est radioactif β^- . Écrire l'équation de la désintégration en supposant que le noyau fils est produit dans un état excité. Justifier.
3. La demi-vie de l'isotope $^{131}_{53}I$ est 8,0 jours.
 - Définir la demi-vie d'un échantillon radioactif.
 - Établir la relation liant $t_{1/2}$ et λ à partir de la loi de décroissance radioactive et de la définition de la demi-vie.
 - Tracer l'allure de la courbe $N = f(t)$ correspondant à l'évolution au cours du temps du nombre de noyaux radioactifs dans l'échantillon, en justifiant le raisonnement utilisé. On placera correctement les points correspondants aux instants $t_{1/2}$, $2t_{1/2}$, $3t_{1/2}$...
4. Donner l'expression littérale de l'activité A_0 de l'échantillon à l'origine des dates en fonction de N_0 et $t_{1/2}$. Calculer sa valeur numérique exprimée dans le système international.

5. Calculer dans le système international l'activité de l'échantillon d'isotope $^{131}_{53}I$ à l'instant de l'examen, sachant qu'en général, l'examen est pratiqué 4 heures après l'ingestion de l'iode $^{131}_{53}I$.

6. La demi-vie de l'isotope $^{127}_{53}I$ est de 13,2 heures. On considère maintenant que le patient ingère une quantité d'isotope $^{127}_{53}I$ telle que l'activité initiale de cet isotope soit la même que celle de l'isotope $^{131}_{53}I$ trouvée ci-dessus.

L'activité A (valeur calculée ci-dessus) sera-t-elle atteinte après une durée identique, plus petite ou plus grande qu'avec l'isotope $^{131}_{53}I$ de l'iode ? Justifier.

Données : masse molaire de l'isotope $^{131}_{53}I$: $M = 131 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $N_A = 6, 02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

antimoine Sb ($Z = 51$) ; tellure Te ($Z = 52$) ; xénon Xe ($Z = 54$) ; césium Cs ($Z = 55$)

EXERCICE 4

Les roches volcaniques contiennent du potassium 40 radioactif qui se transforme en argon 40 gazeux avec une demi-vie de $1,3 \cdot 10^9$ ans. Au cours des siècles, l'argon 40 s'accumule alors que le potassium disparaît.

Lors d'une éruption volcanique, la lave dégaze : l'argon présent dans la lave s'échappe. A la date de l'éruption, la lave solidifiée ne contient alors plus que de l'argon antérieur à l'événement.

L'analyse d'un échantillon de basalte trouvé près d'un ancien volcan montre qu'il contient $m_1 = 2,9800 \text{ mg}$ de

potassium 40 et $m_2 = 8,6 \mu\text{g}$ d'argon 40.

1. Exprimer le nombre de noyaux de potassium 40 juste après l'éruption en fonction des nombres de noyaux de potassium 40 et d'argon 40 à la date de l'analyse.

2. Déterminer la date approximative de l'éruption.

Pour déterminer la date de formation de cailloux lunaires rapportés lors de l'expédition Apollo XI, l'analyse d'un échantillon de cailloux effectuée dans les conditions normales a donné $8.1 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ d'argon et $1.67 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ de potassium 40.

3. Calculer les nombres de noyaux de potassium 40 et d'argon 40 à la date de l'analyse

4. Calculer l'âge de ces cailloux.

Masse molaire $M(\text{K}) = M(\text{Ar}) = 40 \text{ g/mol}$; volume molaire $V = 22,4 \text{ L/mol}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

EXERCICE 5

Le laboratoire d'un lycée possède une source contenant du césium 137 (^{137}Cs). L'activité initiale de cette source est $A = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Bq}$. Le césium 137 est radioactif de type β^- , sa demi-vie est de 30,2 ans.

1. Écrire l'équation de la désintégration du césium 137.

2. a) Calculer la constante radioactive du césium 137.

2. b) Calculer la masse de césium 137 dans cette source.

3. a) Écrire la loi donnant l'activité de cette source en fonction du temps.

3. b) En déduire l'activité de cette source un an plus tard.

3. c) Que peut-on en conclure sur l'activité de cette source durant une séance de travaux pratiques de deux heures ?

3. d) Cette source n'est plus utilisable lorsque son activité devient inférieure à $0,3 \cdot 10^5 \text{ Bq}$.

Déterminer la durée pendant laquelle elle est encore utilisable.

Données : masse molaire atomique du césium 137 : $136,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

EXERCICE 6

Le tabagisme est l'une des principales causes du cancer du poumon et son effet cancérigène est sans doute dû aux effets chimiques et aux faibles taux de radiation nucléaire, car la fumée de tabac contient l'élément du polonium radioactif, qui est le temps de demi vie $t_{1/2} = 138 \text{ jours}$

1-Définir : noyau radioactif, isotopes

2- Le noyau de polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ est radioactif de type α , écrire l'équation de la désintégration et déterminer parmi les noyaux $^{206}_{81}\text{Ti}$, $^{206}_{82}\text{pb}$ le noyau fils,

3- Citer la loi de décroissance radioactive, puis calculer la constante de désintégration.

4- En consommant une cigarette, le fumeur consomme environ $1,72 \cdot 10^{15}$ noyaux de $^{210}_{84}\text{Po}$

a- Calculez en Bq la radioactivité résultant de l'utilisation de cette cigarette.

b- Comment cette activité devient 15 heures après avoir pris la cigarette.

d - Sachant que l'effet de radiation de la cigarette sur le corps du fumeur disparu après la désintégration 99% des noyaux initiale calculer le temps nécessaire pour éliminer l'effet de cette cigarette?

EXERCICE 7

Le plutonium $^{241}_{94}\text{Pu}$ est radioactif. Le noyau obtenu $^{241}_{95}\text{Am}$ est excité. Il retourne dans son état fondamental en émettant un rayonnement.

1- Écrire les deux équations correspondantes et déterminer la nature de désintégration

2- L'étude de l'activité d'un échantillon de plutonium

241 a permis de tracer courbe de $\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = f(t)$ suivante :

Ou N_0 est le nombre de noyaux présents à l'instant initial ($t=0$) et N est le nombre de noyaux encore non désintégrés à la date t .

a. Donner la loi de décroissance radioactive qui représente N en fonction du temps.

b. En exploitant cette courbe, déterminé la constante radioactive du plutonium 241 et la période radioactive du plutonium 241.

c. Calculer l'activité d'un échantillon contenant 1Kg de plutonium 241.

d. Au bout de combien d'années cette activité sera divisé par 1000 ?

Données : masse molaire atomique du plutonium: $241 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

