

Ex N°1/ Distinguer des transformations nucléaires

Identifier dans le texte une réaction de fusion, une réaction de fission et une désintégration radioactive.



Lise Meitner (1878-1968) était une physicienne autrichienne dont les travaux portèrent sur l'interprétation théorique de la transformation de l'uranium en deux noyaux sous l'impact d'un neutron. Elle montra notamment pourquoi l'uranium est l'élément le plus lourd existant à l'état naturel, en expliquant qu'avec l'augmentation du nombre de protons, la répulsion coulombienne l'emporte sur les forces nucléaires. En 1982, des chercheurs allemands synthétisèrent l'élément de numéro atomique 109, en bombardant une cible de bismuth 209 avec des noyaux de fer 58. Ils le nommèrent « meitnerium », en hommage à la scientifique. Comme elle l'avait prédit, cet élément est instable et tous ses isotopes se transforment spontanément en émettant des particules.

Ex N°2/ Un isotope de l'iode pour étudier la thyroïde

La glande thyroïde produit des hormones essentielles à différentes fonctions de l'organisme à partir de l'iode alimentaire. Pour vérifier son fonctionnement, on procède à une scintigraphie thyroïdienne. Il s'agit d'un examen d'imagerie médicale qui nécessite l'injection d'un produit faiblement radioactif, Ce radio-traceur qui peut être l'isotope $^{131}_{53}\text{I}$ de l'iode va se fixer préférentiellement sur les cellules thyroïdiennes. Pour cette scintigraphie, le patient ingère une dose contenant $N_0 = 4,60 \times 10^{15}$ atomes de l'isotope 131. La demi-vie de l'isotope 131 vaut 8,0 jours.

1/ Déterminer l'allure de la courbe donnant l'évolution du nombre de noyaux radioactifs de l'échantillon au cours du temps, en prenant comme unité la demi-vie sur l'axe des abscisses.

2/ En déduire :

- la durée nécessaire pour qu'il ne reste plus que 25 % de noyaux radioactifs ;
- le nombre restant au bout de 32 jours.

Ex N°3/ Âge d'une momie

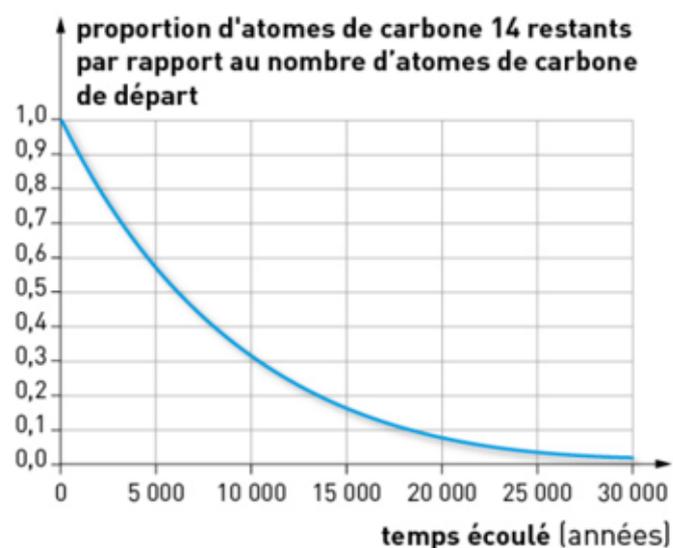
Une momie a été découverte en Égypte dans la vallée des Rois. On réalise une datation au carbone 14. Cet élément radioactif, produit en continu dans l'atmosphère terrestre, reste en proportion constante dans les organismes vivants. Le carbone n'étant plus renouvelé à partir du décès, sa proportion diminue comme l'indique le graphique ci-contre.

On mesure une baisse de 40 % de la proportion de carbone 14 de la momie.

1/ Pourquoi le carbone 14 n'est-il plus renouvelé à partir du décès des êtres vivants ?

2/ En vous aidant de la courbe ci-dessus, dater la momie.

3/ Peut-on utiliser la méthode de datation au carbone 14 pour dater les dinosaures qui se sont éteints il y a 65,5 millions d'années ? Pourquoi ?

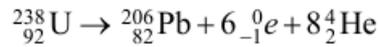


Exercice N°4/ Datation de l'âge de la Terre

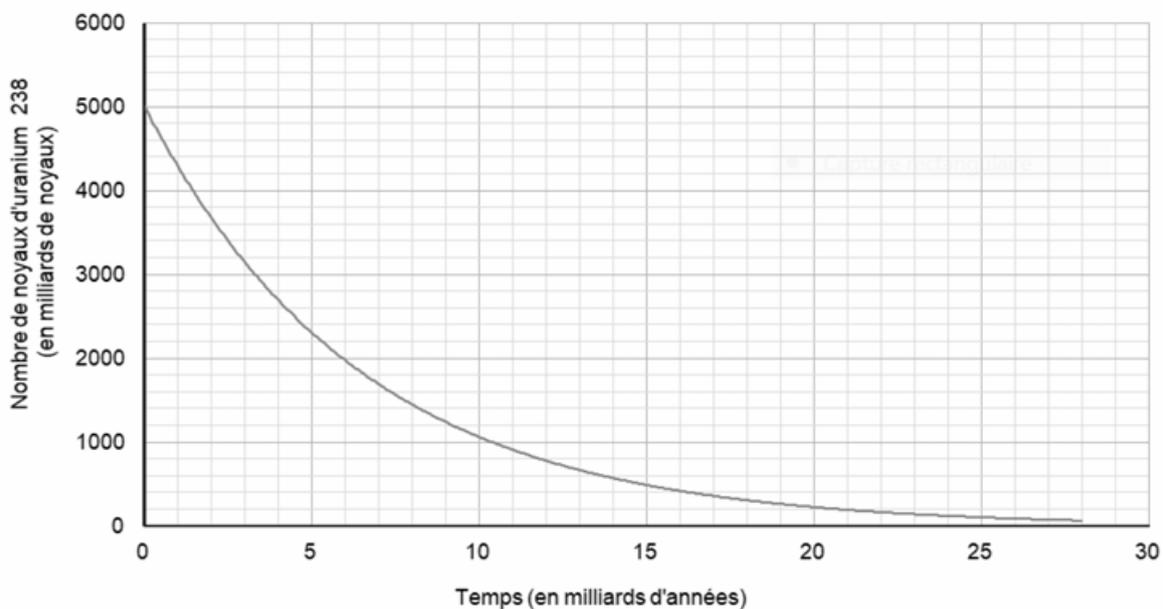
Dès le XVI^e siècle, les scientifiques ont cherché à déterminer l'âge de roches. C'est la découverte de la radioactivité à la fin du XIX^e siècle qui leur a permis de dater avec une plus grande fiabilité de nombreux échantillons de roches prélevés dans la croûte terrestre.

On fait l'hypothèse suivante : on considère qu'il n'y a pas de plomb 206 dans la roche au moment de sa formation, mais qu'elle contient des noyaux d'uranium 238 radioactifs. On sait qu'un noyau d'uranium 238 radioactif se transforme en un noyau plomb 206 stable à la suite d'une série de désintégrations successives.

L'équation globale est :



En mesurant la quantité de plomb 206 dans un échantillon de roche ancienne, on peut déterminer l'âge de l'échantillon de roche à partir de la courbe de décroissance radioactive du nombre de noyaux d'uranium 238.



Ainsi, si on considère qu'un échantillon de roche contenant à la fois du plomb 206 et de l'uranium 238 a le même âge que la Terre, il est possible d'utiliser la datation uranium-plomb pour donner une estimation de l'âge de la Terre.

1/ Donner la composition d'un noyau de plomb 206.

2/ On note $N_U(t)$ et $N_{Pb}(t)$ les nombres de noyaux d'uranium 238 et de plomb 206 présents dans l'échantillon à la date t à laquelle la mesure est réalisée et $N_U(0)$ le nombre de noyaux d'uranium 238 que contenait la roche au moment de sa formation.

- Justifier la relation : $N_U(0) = N_U(t) + N_{Pb}(t)$
- Déterminer graphiquement $N_U(0)$
- Le nombre de noyaux de plomb 206 mesuré dans la roche à la date t est égal à $N_{Pb}(t) = 2,5 \cdot 10^{12}$ noyaux. Calculer le nombre $N_U(t)$ de noyaux d'uranium présents à la date t .

3/ En déduire une estimation de l'âge de la Terre. Expliquer la démarche employée.

Ex N°4/ Un poison radioactif

Un écrivain vous contacte pour achever un roman d'espionnage ... suspense !

Document N°1/ lettre de l'écrivain à votre attention

Bonjour, je suis Jules Servadac, écrivain de roman policier. Je vous sollicite afin de valider quelques aspects scientifiques de mon roman.

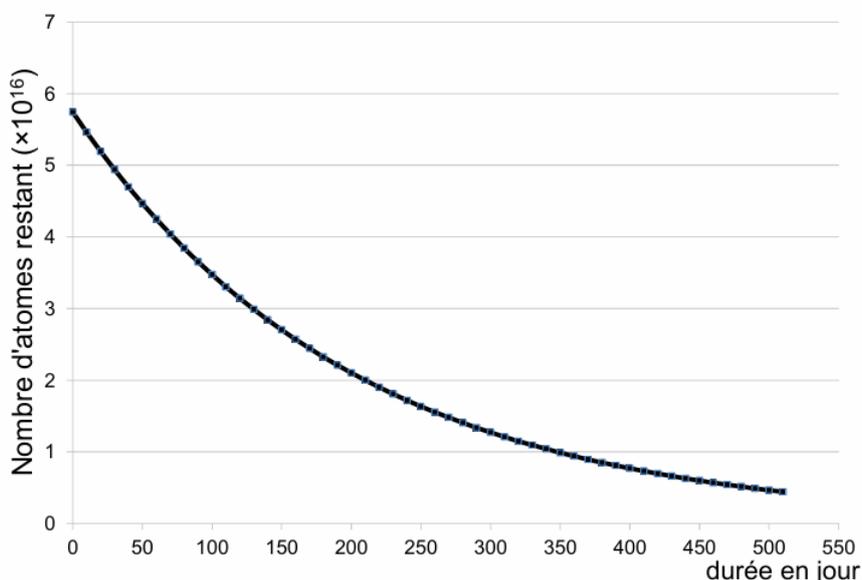
Voici mes premières lignes : « Pierre et Marie Curie ont découvert le polonium, juste avant le radium qui les rendit célèbres. Le polonium-210 (^{210}Po) est mille fois plus toxique que le plutonium, et un million de fois plus encore que le cyanure. Sachez que dix microgrammes (μg) sont nécessaires pour empoisonner un homme de poids moyen en quelques semaines et que cette dose mortelle est invisible à l'œil nu. »

Dans mon roman, Tiago, agent secret de Folivie, souhaite s'en servir pour éliminer un agent infiltré. Celui-ci dîne tous les soirs dans le même restaurant : l'agent secret compte en profiter pour « poivrer » à sa façon son dîner. Pour cela, Tiago doit se procurer du polonium-210. Pour des raisons logistiques, il ne peut récupérer le polonium que 100 jours avant le dîner programmé dans un autre pays. Or le polonium perd la moitié de sa radioactivité tous les 138 jours. J'ai un problème à vous soumettre concernant la quantité de polonium que Tiago doit transporter. Restera-t-il suffisamment de Polonium-210 radioactif à la fin de son voyage ?

Donnée : Masse d'un atome de polonium = $3,49 \cdot 10^{-22}$ g

L'objectif est ici de vérifier qu'en partant avec 20 μg de polonium-210, il restera suffisamment de polonium radioactif à l'issue du voyage.

Courbe de décroissance d'un échantillon de polonium 210



1/ Déterminer en μg la masse initiale de Polonium présente dans l'échantillon utilisé pour réaliser le graphique du document ci-dessus.

2/ Jules Servadac écrit dans son roman : « Le polonium perd la moitié de sa radioactivité tous les 138 jours ».

- Définir scientifiquement la grandeur physique sur laquelle il appuie cette affirmation, en donnant son nom.
- La faire figurer sur le graphique du document réponse en laissant apparents les traits de construction.

3/ Justifier, par la méthode de votre choix, que pour l'échantillon considéré la quantité de polonium restant après le voyage sera suffisante pour accomplir la mission.