datation

Bac 2026 Asie-Pacifique Jour 2 · Exercice 2 **4 points** **Durée conseillée 42 min**

Q1 Choisir, en justifiant, la paire de noyaux isotopes parmi $(^{86}_{37}\text{Rb}\ ;\ ^{86}_{38}\text{Sr})$ et $(^{86}_{38}\text{Sr}\ ;\ ^{87}_{38}\text{Sr})$.

Deux noyaux isotopes ont le même numéro atomique Z (même nombre de protons) mais des nombres de masse A différents (nombres de neutrons différents).

Dans la première paire, $Z = 37$ pour le rubidium et $Z = 38$ pour le strontium : ce ne sont pas des isotopes.

Dans la seconde paire, $Z = 38$ pour les deux noyaux, avec $A = 86$ et $A = 87$.

Les noyaux isotopes sont $^{86}_{38}\text{Sr}$ et $^{87}_{38}\text{Sr}$.

PIÈGE
Choisir la première paire parce que les deux noyaux ont le même $A = 86$. Le nombre du haut compte les nucléons ; c'est le nombre du bas, Z, qui identifie l'élément.

Q2 Écrire l'équation de la réaction de désintégration du rubidium 87 en strontium 87.

On note $^{A}_{Z}\text{X}$ la particule émise : $^{87}_{37}\text{Rb} \longrightarrow {}^{87}_{38}\text{Sr} + {}^{A}_{Z}\text{X}$.

Conservation du nombre de masse : $87 = 87 + A$, donc $A = 0$.

Conservation du nombre de charge : $37 = 38 + Z$, donc $Z = -1$.

$^{87}_{37}\text{Rb} \longrightarrow {}^{87}_{38}\text{Sr} + {}^{0}_{-1}\text{e}$

MÉTHODE
Pour toute désintégration : écrire la particule inconnue $^{A}_{Z}\text{X}$, puis appliquer les deux lois de conservation (nombre de masse en haut, nombre de charge en bas). Le couple $(A\ ;\ Z)$ obtenu désigne la particule.

Q3 En déduire le nom de la particule émise et le type de radioactivité mis en jeu.

La particule $^{0}_{-1}\text{e}$ ne contient aucun nucléon et porte une charge $-e$: c'est un électron.

La particule émise est un électron : il s'agit d'une radioactivité β^-.

COMPRENDRE
Z passe de 37 à 38 : dans le noyau, un neutron s'est transformé en proton. Un positon $^{0}_{1}\text{e}$ signalerait une radioactivité β^+.

Q4 Donner une définition du temps de demi-vie $t_{1/2}$ d'un isotope radioactif.

Le temps de demi-vie est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs présents initialement dans un échantillon s'est désintégrée.

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$$

PIÈGE
Croire qu'après deux demi-vies il ne reste rien : la population est divisée par 2 à chaque demi-vie, il en reste le quart.

Q5 Montrer, à partir de la relation 1, que $\lambda = \dfrac{\ln(2)}{t_{1/2}}$.

Par définition de la demi-vie (Q4), $N(t_{1/2}) = \dfrac{N_0}{2}$. La relation 1 écrite à la date $t = t_{1/2}$ donne :

$$N_0 \times \exp(-\lambda\, t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} \quad \text{soit} \quad \exp(-\lambda\, t_{1/2}) = \frac{1}{2}$$

On applique le logarithme népérien : $-\lambda\, t_{1/2} = \ln\left(\dfrac{1}{2}\right) = -\ln(2)$, donc $\lambda\, t_{1/2} = \ln(2)$.

$$\boxed{\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}}$$

PIÈGE
Partir de la formule à démontrer, ou poser $N(t_{1/2}) = N_0/2$ sans dire que c'est la définition de la demi-vie.

MÉTHODE
Inconnue dans une exponentielle : isoler l'exponentielle, puis appliquer $\ln$ aux deux membres.

Q6 Déterminer l'âge t_R de la roche prélevée sur la Lune en exploitant l'ensemble des données. Commenter.

Données utiles modélisation : $y = 0{,}0650 \times x + 0{,}6990$; $t_{1/2} = 4{,}88 \times 10^{10}$ ans ; $\lambda = \dfrac{\ln(2)}{t_{1/2}}$ (Q5)

Avec les notations de la figure 1, la relation théorique s'écrit $y = (\exp(\lambda\, t_R) - 1) \times x + \dfrac{N_0(^{87}_{38}\mathrm{Sr})}{N_0(^{86}_{38}\mathrm{Sr})}$: c'est l'équation d'une droite, comme la modélisation. (Dans la légende de la figure, l'indice « 380 » du strontium 86 est une coquille : il faut lire 38.)

Par identification des coefficients directeurs : $\exp(\lambda\, t_R) - 1 = 0{,}0650$, soit $\exp(\lambda\, t_R) = 1{,}0650$.

Donc $\lambda\, t_R = \ln(1{,}0650)$ et, avec $\lambda = \dfrac{\ln(2)}{t_{1/2}}$:

$$t_R = \frac{\ln(1{,}0650)}{\lambda} = \frac{\ln(1{,}0650) \times t_{1/2}}{\ln(2)}$$

$$t_R = \frac{\ln(1{,}0650) \times 4{,}88 \times 10^{10}}{\ln(2)} = 4{,}43 \times 10^{9} \text{ ans}$$

Commentaire : la roche a environ 4,4 milliards d'années. Elle est presque aussi ancienne que la Lune et que la Terre, formées il y a environ 4,5 milliards d'années : elle date donc des débuts de la Lune et ne provient pas d'une activité volcanique récente.

$$\boxed{t_R = 4{,}43 \times 10^{9} \text{ ans, soit environ 4,4 milliards d'années.}}$$

PIÈGE
Identifier $\exp(\lambda\, t_R)$ à $0{,}0650$ en oubliant le « -1 », ou s'arrêter au calcul : « Commenter » rapporte des points et demande de comparer l'âge trouvé à un âge connu.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme $t_{1/2}$ et la pente $0{,}0650$. L'âge reste en années puisque $t_{1/2}$ est en années : aucune conversion en secondes n'est nécessaire.

MÉTHODE
Deux droites identiques ont même pente et même ordonnée à l'origine. La pente donne l'âge ; l'ordonnée à l'origine $0{,}6990$ est le rapport initial $N_0(^{87}_{38}\mathrm{Sr})/N_0(^{86}_{38}\mathrm{Sr})$, inutile ici.

À LA CALCULATRICE

