

Amérique du Nord 2025 Sujet 2 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale VOIE : ☒ Générale DURÉE DE L'EXERCICE : 0h53	EXERCICE 2 : 5 points ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui « type collège »

EXERCICE 2 Combustible MOX pour limiter les déchets radioactifs

Q.1.

Composition du noyau d'uranium 235 $^{235}_{92}\text{U}$:

- 92 protons
- $235 - 92 = 143$ neutrons

Q.2.

Des noyaux isotopes possèdent le même nombre de protons Z et un nombre de neutrons N différents. Le noyau radioactif isotope de l'uranium 235 est l'uranium 238 : $^{238}_{92}\text{U}$.

Q.3.

Au bout de 7 demie vie, plus de 99% des atomes radioactifs se sont désintégrés.

Pour le plutonium 239 : $7 t_{1/2} = 7 \times 24\,110 = 1,68 \times 10^6 \text{ ans} = 1,68 \text{ millions d'années}$

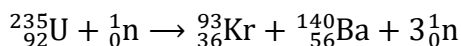
Au bout de 1,68 millions d'années il reste moins de 1% des atomes initialement présents.

Or la Terre est âgée de 4,5 milliards d'années.

Ainsi, il ne reste plus de plutonium 239 à l'état naturel.

L'uranium 238 à une demie vie de 4,5 milliards années soit l'âge de la Terre. Il reste donc la moitié des noyaux d'uranium 238 initialement présents à l'origine de la Terre.

Q.4.

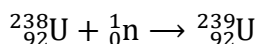


Cette réaction de fission a besoin d'un neutron. Or trois neutrons sont produits. Ils pourront à leur tour causer une réaction de fission.

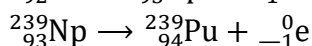
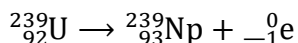
C'est pourquoi ce type de réaction nucléaire peut être qualifié de réaction en chaîne.

Q.5.

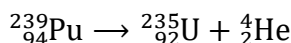
Le plutonium 239 contenu dans le combustible utilisé est issu des noyaux d'uranium 238 qui, par capture d'un neutron, peuvent se transformer en uranium 239 :



L'uranium 239 peut ensuite subir deux désintégrations β^- successives conduisant au plutonium 239.



Q.6.



Cette désintégration crée un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$: c'est une désintégration alpha.

Q.7.

$t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle le nombre de noyau radioactif (ou l'activité) a été divisée par 2.

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

Or

$$N(t_{1/2}) = N_0 \times e^{-\lambda t_{1/2}}$$

Ainsi

$$N_0 \times e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$$

$$e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$$

$$\ln(e^{-\lambda t_{1/2}}) = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

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

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

$$\lambda = \frac{\ln 2}{24\,110 \times 365,25 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$$\lambda = 9,1 \times 10^{-13} \text{ s}^{-1}$$

Q.8.

Calculons l'activité massique du MOX (l'activité massique est l'activité rapporté à 1 g d'échantillon) :

$$A = \lambda \times N$$

Or

$$n = \frac{N}{N_a}$$

$$\frac{N}{N_a} = n$$

$$N = n \times N_a$$

D'où

$$A = \lambda \times n \times N_a$$

Or

$$n = \frac{m}{M}$$

D'où

$$A = \lambda \times \frac{m}{M} \times N_a$$

$$A = 9,1 \times 10^{-13} \times \frac{1}{239} \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$A = 2,3 \times 10^9 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$$

$A > 10^6 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$: c'est une Haute activité massique à vie longue (demi-vie $24\,110 > 31$ ans), il n'y a pas encore de filière opérationnelle (stockage réversible profond à l'étude) d'où l'intérêt de réutiliser le plutonium 239 pour faire du MOX.