



Exercice 1

Un tel sous-marin utilise comme combustible de l'uranium enrichi en isotope $^{235}_{92}\text{U}$ (cet isotope est fissile).

2.1. Donner la structure du noyau noté $^{235}_{92}\text{U}$.

2.2. Les noyaux d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ peuvent subir différentes fissions. La plus fréquente est donnée par l'équation suivante : $^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{140}_{54}\text{Xe} + x {}^1_0\text{n}$

2.2.1. Montrer que $x = 2$. Une justification soignée est demandée.

2.2.2. Montrer que l'énergie libérée par la fission, selon l'équation ci-dessus, d'un noyau d'uranium 235 vaut $E_{\text{lib}} = 2,91 \times 10^{-11}$ J.

2.2.3. On suppose, pour simplifier, que les énergies libérées par toutes les réactions de fission sont approximativement égales à celle calculée au 2.2.2.

Le réacteur fournit une puissance moyenne de 150 MW. On rappelle que $1\text{W} = 1\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$.

2.2.3.a. Montrer qu'il se produit $5,15 \times 10^{18}$ fissions par seconde.

2.2.3.b. En déduire que la masse d'uranium consommée en 1s vaut $2,01 \times 10^{-3}$ g.

2.2.4. Un tel sous-marin est prévu pour naviguer pendant une durée de 2 mois.

Quelle masse minimum d'uranium 235 devra-t-il embarquer pour assurer son approvisionnement en énergie pendant cette durée ?

Données : Unité de masse atomique : $1\text{u} = 1,66 \times 10^{-27}\text{kg} = 931,5\text{MeV}/c^2$; $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}\text{J}$

$m(^{235}_{92}\text{U}) = 235,0439\text{u}$; $m(^{94}_{38}\text{Sr}) = 93,9154\text{u}$; $m(^{140}_{54}\text{Xe}) = 139,9252\text{u}$; $m({}^1_0\text{n}) = 1,0087\text{u}$

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$; Masse molaire de $^{235}_{92}\text{U}$: $M(\text{U}) = 235\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Exercice 2

Le radon est un gaz naturellement présent dans l'atmosphère. Il est issu par décompositions successives de l'uranium présent notamment dans les roches granitiques.

L'isotope 222 du radon est radioactif α , de demi-vie 3,8 jours. Une concentration trop importante de cet isotope dans l'air a des effets néfastes sur la santé.

Données : La masse et le symbole de quelques particules et noyaux :

Symbole	e-	p	n	${}^4_2\text{He}$	${}^{218}_{84}\text{Po}$	${}^{222}_{85}\text{At}$	${}^{222}_{86}\text{Rn}$	${}^{222}_{87}\text{Fr}$	${}^{226}_{88}\text{Ra}$
Nom	électron	proton	neutron	hélium	polonium	astate	radon	francium	radium
Masse en u	$5,49 \cdot 10^{-4}$	1,007	1,009	4,002	217,9629	221,9757	221,9704	221,9698	225,9771

• L'unité de masse atomique en u est telle que $1\text{u} = 1,66054 \cdot 10^{-27}\text{kg} = 931,5\text{ev}/c^2$.

1. Définir l'isotopie et donner un exemple concret.

2. Donner la composition du noyau de radon 222.

3. Le radon 222 est issu du noyau de radium 226.

3.1. Écrire l'équation de cette désintégration.

3.2. De quel type de radioactivité s'agit-il ?

3.3. Donner deux autres types de radioactivité. Préciser pour chacune d'elle, le nom de la particule émise.

4. Écrire l'équation de désintégration du radon 222.

5. Au cours de la désintégration du radon 222, on observe l'émission d'un rayonnement γ . Définir cette émission.

Quel noyau émet ce rayonnement ?

6. On considère un échantillon contenant, à la date $t = 0$, $N_0 = 1000$ noyaux de radon 222.

6.1. Calculer la constante radioactive du radon.

6.2. Écrire la loi de décroissance radioactive de l'échantillon.

6.3. Tracer l'allure de la courbe représentant $N = f(t)$ en y faisant figurer la demi-vie.

6.4. À quelle date t_1 , il ne reste plus que 1,0 % du nombre initial de noyaux ?

6.5. Définir l'unité le Becquerel, donner son symbole.

6.6. Calculer l'activité de l'échantillon à la date t_1 .

7. En l'absence de ventilation, l'air d'une maison a une concentration constante en radon 222.

7.1. Expliquer pourquoi, dans certains endroits, la concentration en radon 222 dans l'air reste constante au cours du temps.

7.2. Expliquer le principe de la datation par une espèce radioactive.

7.3. La mesure de la concentration en radon 222 dans l'air des poumons d'une personne décédée dans un tel lieu, permettrait-elle de connaître précisément la date du décès ?

8. Calculer en J et en MeV, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de radon 222.