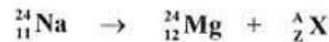


Exercice 1

Données :

 $m(\text{Na}) = 23,99096 \text{ u}$; m_e (électron) = $5,5 \cdot 10^{-4} \text{ u}$; m_p (proton) = $1,00728 \text{ u}$; m_n (neutron) = $1,00867 \text{ u}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$

Le nucléide ${}^{24}_{11}\text{Na}$ du sodium est un isotope radioactif qui se désintègre en un noyau de magnésium ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ en émettant une particule ${}^A_Z\text{X}$, selon l'équation :



- 1) a- Déterminer les valeurs de A et Z . Identifier la particule ${}^A_Z\text{X}$ parmi les particules suivantes : ${}^1_1\text{p}$; ${}^1_0\text{n}$; ${}^0_{-1}\text{e}$; ${}^0_1\text{e}$.
b- Expliquer l'origine de la particule émise.
- 2) L'énergie libérée au cours de la désintégration d'un noyau de sodium est $\Delta E = 10,92 \text{ MeV}$.
a- Montrer que la masse du noyau de magnésium ${}^{24}_{12}\text{Mg}$, exprimée en u (unité de masse atomique) est : $m(\text{Mg}) = 23,97868 \text{ u}$.
b- Comparer la masse m_i de(s) particule(s) à l'état initial à la masse m_f des particules à l'état final, pour la désintégration étudiée. Justifier l'écart constaté.
- 3) a- Définir l'énergie de liaison d'un noyau.
b- Calculer l'énergie de liaison par nucléon, $E({}^{24}_{12}\text{Mg})$ (en MeV), du noyau de magnésium.
c- Comparer la stabilité des noyaux ${}^{24}_{11}\text{Na}$ et ${}^{24}_{12}\text{Mg}$. On donne l'énergie de liaison par nucléon du noyau de sodium : $E({}^{24}_{11}\text{Na}) = 7,83 \text{ MeV}$.

Exercice 2

L'astate **At** est un élément radioactif, il existe en faible quantité dans la croûte terrestre.

Le nucléide ${}^{211}_{85}\text{At}$ est un isotope de l'astate : il se désintègre en un noyau de bismuth ${}^{207}_{83}\text{Bi}$ en émettant une particule ${}^a_b\text{X}$.

1- a- Préciser s'il s'agit d'une réaction nucléaire spontanée ou provoquée.

b- Déterminer les valeurs de a et b . Identifier cette particule parmi les particules suivantes :

${}^0_1\text{e}$, ${}^0_{-1}\text{e}$, ${}^1_0\text{n}$ et ${}^4_2\text{He}$

c- Ecrire l'équation de cette désintégration.

2- a- Calculer, en u (unité de masse atomique), la masse perdue par un noyau ${}^{211}_{85}\text{At}$ lors de cette désintégration.

On donne les masses des noyaux au repos : ${}^{211}_{85}\text{At}$: $210,94152 \text{ u}$; ${}^{207}_{83}\text{Bi}$: $206,93355 \text{ u}$

${}^a_b\text{X}$: $4,00151 \text{ u}$

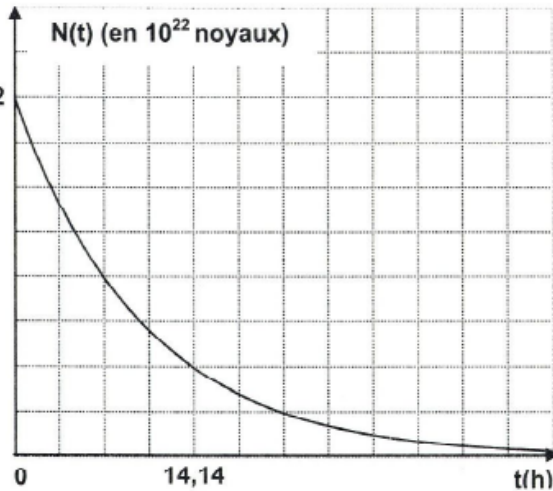
b- Préciser, en le justifiant, la forme sous laquelle est transformée cette masse.

c- Déterminer l'énergie libérée, W , par un noyau d'astate. Donner le résultat en **MeV** et en joule sachant que : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

3- A l'instant $t_0 = 0$, un échantillon d'astate contient N_0 noyaux d'astate ${}^{211}_{85}\text{At}$. A une date ultérieure t , on détermine le nombre N de noyaux d'astate non désintégrés. On trace sur la **figure 6** l'évolution de N au cours du temps, régie par la loi : $N(t) = N_0 e^{-\lambda \cdot t}$; où λ représente la constante radioactive de l'échantillon étudié.

- a- Définir la période radioactive T .
- b- Déterminer sa valeur à partir du graphe.
- c- En déduire la valeur de λ .
- d- Déterminer le nombre de particules ${}^a_b\text{X}$ émises au cours des dix (10) premières heures de désintégration.

Figure 6

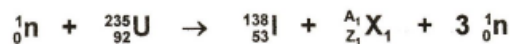


Exercice 4

I- Le noyau d'Hélium ${}^4_2\text{He}$ peut être obtenu à partir de la réaction nucléaire schématisée par l'équation suivante : ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^A_Z\text{X}$

- 1) Préciser si cette réaction est une fission ou une fusion.
- 2) Identifier la particule ${}^A_Z\text{X}$ tout en précisant les lois utilisées pour déterminer A et Z.

II- sous l'impact d'un neutron lent ${}^1_0\text{n}$, un noyau d'Uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$ se scinde en deux noyaux ${}^{138}_{53}\text{I}$ et ${}^A_Z\text{X}_1$ avec libération de trois neutrons selon le schéma suivant :



- 1) a- Déterminer A_1 et Z_1 du noyau ${}^A_Z\text{X}_1$.
- b- Identifier le noyau ${}^A_Z\text{X}_1$ en se référant au tableau suivant :

Nom du noyau	Thorium	Rubidium	Yttrium	Strontium	Xénon
Symbole	${}^{230}_{90}\text{Th}$	${}^{93}_{37}\text{Rb}$	${}^{95}_{39}\text{Y}$	${}^{94}_{38}\text{Sr}$	${}^{140}_{54}\text{Xe}$

c- Donner le nom de cette réaction nucléaire et préciser si elle est spontanée ou provoquée.

2) Calculer, en MeV puis en Joules, l'énergie E libérée, par un seul noyau d'uranium, au cours de cette réaction nucléaire.

On donne :

$$1u = 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$$

$$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$\text{masse d'un neutron : } m({}_0^1\text{n}) = 1,00866 \text{ u}$$

$$\text{masse d'un noyau d'Uranium 235 : } m({}_{92}^{235}\text{U}) = 235,04392 \text{ u}$$

$$\text{masse d'un noyau d'Iode 138 : } m({}_{53}^{138}\text{I}) = 137,92237 \text{ u}$$

$$\text{masse d'un noyau d'Yttrium : } m({}_{39}^{95}\text{Y}) = 94,91281 \text{ u}$$

Exercice 5

Etude d'un document scientifique L'accident nucléaire de Fukushima

Suite à l'accident de la centrale nucléaire japonaise de Fukushima, gravement endommagée par le séisme et le tsunami survenu le 11 mars 2011, l'eau polluée déversée dans l'océan contient notamment de l'iode 131, dont la durée de vie se réduit de moitié tous les huit jours, et surtout du césium 137, qui lui reste actif pendant des décennies*. Les experts craignent que la chaîne alimentaire marine ne soit contaminée en amont, à travers le plancton qui est consommé par les poissons... Afin de rassurer la population, le gouvernement a fixé un taux limite de radioactivité pour les produits de la mer, similaire à celui établi pour les légumes. Au-delà de 2000 becquerels/kg pour l'iode 131 et de 500 becquerels pour le césium 137, les poissons seront considérés comme impropres à la consommation...A la centrale de Fukushima, les techniciens s'efforcent toujours de rétablir l'alimentation électrique des circuits de refroidissement, condition indispensable pour empêcher les barres de combustible d'entrer en fusion, ce qui provoquerait un cataclysme* nucléaire.

*D'après AFP – Avril 2011

Cataclysme : destruction

Décennie : période de dix ans

Questions :

1- Préciser le temps de demi - vie radioactive de l'iode 131 et donner une autre appellation pour ce temps.

2- a- Donner la signification du terme becquerel en radioactivité.

b- Préciser les effets d'un accident nucléaire sur la chaîne alimentaire marine.

c- Donner le taux de radioactivité limite permettant de considérer les poissons propres à la consommation.

3 - Justifier l'intérêt des circuits de refroidissement dans une centrale nucléaire.

EXERCICE 6

« Etude d'un document scientifique »

Le carbone 14, horloge du monde

La technique du carbone 14 permet de dater tous les fossiles d'origine organique : le bois, les charbons de bois, les ossements, l'émail dentaire...

Mais, cette technique ne s'applique pas à des matériaux âgés de plus de **50000** ans ; ils ne contiennent pratiquement plus d'atomes de radiocarbone détectables. Dans la haute atmosphère, les protons du rayonnement cosmique entrent en collision avec les molécules d'air, les neutrons créés par ces chocs interagissent avec l'azote de l'air pour produire du carbone 14. Ce dernier est instable : il est radioactif β^- et redevient de l'azote 14 en perdant un électron.

La demi-vie du carbone 14 a été estimée à **5568** ans : c'est-à-dire que la moitié des atomes de carbone 14 disparaît durant ce laps de temps. Un gramme de carbone contient une quantité de carbone 14 suffisante pour qu'un compteur détecte **13,56** désintégrations par minute. Un matériau dégageant **6,78** désintégrations par minute serait donc daté de **5568** ans, et **3,39** désintégrations par minute correspondraient à **11136** ans...

D'après un article du numéro hors série (janvier – mars 2004) de la revue Pour la science

Questions

1. Préciser la signification de la nomenclature "carbone 14" utilisée dans le texte.
2. Relever du texte le type de radioactivité mis en jeu dans la transformation du carbone 14 en azote 14 et écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondante.
3. a) Expliquer pourquoi le groupe de mots souligné dans le texte n'est pas scientifiquement correct.
b) Le remplacer par une expression précise.
4. Interpréter l'obtention d'une activité de **3,39** désintégrations par minute au bout de **11136** ans.