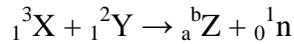


Depuis 1985, un projet de coopération internationale pour la production d'énergie par fusion nucléaire est né. C'est le projet ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). L'objectif du projet ITER est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par la fusion des atomes. Le site choisi pour la mise en œuvre de ITER est le centre de recherche de Cadarache en France.

Parmi les réactions de fusion envisageables, on a la réaction suivante :



- Déterminer les symboles chimiques X et Y, Z ainsi que a et b.
- Déterminer l'énergie libérée, en Mev et en Joules, par la fusion d'un noyau X avec un noyau Y suivant la réaction ci-dessus. On donne les masses des nucléides suivants : $m_X = 3.0155 \text{ u}$; $m_Y = 2.0136 \text{ u}$; $m_Z = 4.0026 \text{ u}$; $m_n = 1.0087 \text{ u}$.
- Quelle est l'énergie libérée par la production de 10g de l'élément Z ? Comparer cette énergie avec celle libérée par la combustion d'une tonne de pétrole ($4.2 \cdot 10^{10} \text{ J}$).
- Où ont lieu les réactions de fusion dans l'univers ?
- L'élément ${}_1^2\text{Y}$ peut être extrait de l'eau. (Environ 0,015 % de l'hydrogène dans l'eau existe sous forme de ${}_1^2\text{Y}$.) L'élément ${}_1^3\text{X}$ doit être fabriqué, car il n'existe pas en quantité suffisante dans la nature. L'élément ${}_1^3\text{X}$ est radioactif β^- . Ecrire l'équation de sa désintégration. Qu'est ce qu'une particule β^- ?
- Sa période radioactive est de 12.3 ans. On a préparé 1.00 kg de tritium en vue de réactions de fusion. L'échantillon reste inutilisé pendant 30.0 ans.

Quelle masse de ce nucléide reste-t-il lorsque les 30.0 ans sont écoulés ?

Evaluer le nombre de noyaux de tritium restant ainsi que l'activité de l'échantillon lorsque les 30.0 ans sont écoulés.

Données : $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ u} = 931.5 \text{ Mev} \cdot \text{c}^{-2}$; $M_Z = 4.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M_X = 3.0 \text{ g} \cdot \text{Mol}^{-1}$;

$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$.

Extrait du tableau périodique :

1																		18																	
IA																		VIII A																	
1 1 H 1.008 Hydrogène																		2 2 He 4.00 Hélium																	
2 3 Li 6.94 Lithium	2 4 Be 9.01 Béryllium																	13 5 B 10.81 Bore	14 6 C 12.01 Carbone	15 7 N 14.01 Azote	16 8 O 16.00 Oxygène	17 9 F 19.00 Fluor	18 10 Ne 20.18 Néon												
3 11 Na 22.99 Sodium	2 12 Mg 24.31 Magnésium	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 13 Al 26.98 Aluminium	14 14 Si 28.09 Silicium	15 15 P 30.97 Phosphore	16 16 S 32.06 Soufre	17 17 Cl 35.45 Chlore	18 18 Ar 39.95 Argon																		
4 19 K 39.10 Potassium	2 20 Ca 40.08 Calcium	3 21 Sc 44.96 Scandium	4 22 Ti 47.87 Titane	5 23 V 50.94 Vanadium	6 24 Cr 52.00 Chrome	7 25 Mn 54.94 Manganèse	8 26 Fe 55.85 Fer	9 27 Co 58.93 Cobalt	10 28 Ni 58.69 Nickel	11 29 Cu 63.55 Cuivre	12 30 Zn 65.41 Zinc	13 31 Ga 69.72 Gallium	14 32 Ge 72.64 Germanium	15 33 As 74.92 Arsenic	16 34 Se 78.96 Sélénium	17 35 Br 79.90 Brome	18 36 Kr 83.80 Krypton																		

Corrigé

- ${}_1^3\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$
- $\Delta m = m_z + m_n - (m_x + m_y) = -0.0178 \text{ u} = -16.58 \text{ Mev} \cdot c^{-2}$
 $\Delta E = \Delta m \cdot c^2 = -16.58 \text{ Mev}$ ($\Delta E < 0$ donc énergie libérée.)
 $= -16.58 \times 1.6 \cdot 10^{-13} = -2.7 \cdot 10^{-12} \text{ J}$
- $n_z = m_z/M_z = 2.5 \text{ mol}$ donc $N_z = n_z \cdot N_A = 1.5 \cdot 10^{24}$ noyaux formés.
La valeur absolue de l'énergie libérée est donc :
 $\Delta E' = \Delta E \times N_z = 4.1 \cdot 10^{12} \text{ J}$ soit environ 100 TEP.
- Ces réactions ont lieu dans les étoiles.
- ${}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + {}_{-1}^0\text{e} + \gamma$ (désexcitation du noyau fils) + antineutrino.
Une particule bêta moins est un électron (émis par le noyau au cours de la désintégration).
- Détermination de la constante radioactive :
 $\lambda = (\ln(2))/T = 0.056 \text{ an}^{-1}$ ou $2.0 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$.
On a d'après la loi de décroissance radioactive :
 $m = m_0 e^{-\lambda t} = 0.186 \text{ Kg}$.
- $n_x = m_x/M_x = 62 \text{ mol}$ donc $N_z = n_z \cdot N_A = 3.73 \cdot 10^{25}$ noyaux
On a $A = \lambda \cdot N_z = 7.5 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$.