

1. La représentation d'un noyau de Polonium 210 est ${}_{84}^{210}\text{Po}$. La masse de ce noyau est : $m({}_{84}^{210}\text{Po}) = 210,0482\text{u}$

a. Ecrire la réaction de destruction du noyau qui conduit à l'obtention de ses nucléons séparés au repos.



b. Calculer en u la variation de masse Δm qui accompagne cette formation.

$$\Delta m = [84m({}_1^1\text{p}) + 126m({}_0^1\text{n})] - m({}_{84}^{210}\text{Po})$$

$$\Delta m = 1,654774\text{ u}$$

c. Calculer en MeV l'énergie qui correspondrait à une perte de masse de 1u.

$$1\text{ u correspond à une énergie } 1,66043 \cdot 10^{-27} \times (2,9979 \cdot 10^8)^2 = 1,4923 \cdot 10^{-10}\text{ J}$$

$$\text{soit } \frac{1,4923 \cdot 10^{-10}}{1,6022 \cdot 10^{-13}} = 9,3141 \cdot 10^2\text{ MeV} \text{ soit } 931,41\text{ MeV}$$

d. En déduire la variation d'énergie en MeV nécessaire à la destruction de ce noyau. Justifier le terme « nécessaire ».

$$\Delta E = 1,654774 \times 931,41 = 1,5413 \cdot 10^3\text{ MeV}$$

Cette énergie est positive ; le système doit gagner cette énergie.

Il s'agit donc de l'énergie de liaison E_l du noyau.

Energie mise en jeu au cours de réactions :

1. Le plutonium 240 se désintègre selon l'équation : ${}_{94}^{239}\text{Pu} \longrightarrow {}_{92}^{236}\text{U} + {}_2^4\text{He}$

a. S'agit-il d'une réaction provoquée ou spontanée ? Préciser son nom.

Il s'agit d'une réaction spontanée. C'est une désintégration α .

b. Calculer la variation de masse Δm en kg qui accompagne cette réaction.

$$\Delta m = m({}_{92}^{236}\text{U}) + m({}_2^4\text{He}) - m({}_{94}^{239}\text{Pu})$$

$$\text{A.N. } \Delta m = -5,10000 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$$

c. En déduire l'énergie mise en jeu lors de cette réaction (en Joule). S'agit-il d'une réaction qui libère ou consomme de l'énergie ?

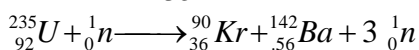
$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

$$\text{A.N. } \Delta E = -4,5836 \cdot 10^{-14}\text{ J}$$

d. Exprimer cette énergie en MeV.

$$\Delta E = \frac{-4,5836 \cdot 10^{-14}}{1,6022 \cdot 10^{-13}} = -2,8608 \cdot 10^{-1}\text{ MeV}$$

2. L'uranium 235 fissile se transforme sous l'effet de la collision d'un neutron lent selon la réaction :



a. Calculer en u la variation de masse Δm qui accompagne cette transformation.

$$\Delta m = m({}_{36}^{90}\text{Kr}) + m({}_{56}^{142}\text{Ba}) + 2m({}_0^1\text{n}) - m({}_{92}^{235}\text{U})$$

$$\text{A.N. } \Delta m = -1,290515\text{ u}$$

b. En déduire en MeV l'énergie E mise en jeu par cette transformation. Justifier qu'il s'agit d'une énergie libérée par le système.

Une fois que la variation de masse est calculée en u, il faut la convertir en kg (soit $\times 1,66043 \times 10^{-27}$)
Puis on multiplie par c^2 pour obtenir l'énergie en J (soit $\times (3,00 \times 10^8)^2$)

Puis on divise par $1,6022 \times 10^{-13}$ pour convertir l'énergie en MeV (soit $\times \frac{1}{1,6022 \times 10^{-13}}$)

En résumé on multiplie Δm par $\frac{1,66043 \times 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2}{1,6022 \times 10^{-13}} = 931,41$ (valeur dépendant des arrondis utilisés)

$$E = -1,290515 \times 931,41 = -1,20200 \cdot 10^3 \text{ MeV}$$

On considère 1kg d'uranium 235.

c. Calculer en kilogramme la masse d'un noyau d'uranium 235.

$$m({}_{92}^{235}\text{U}) = 235,043915 \times 1,66043 \cdot 10^{-27} = 3,90274 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$$

d. Combien de noyaux d'uranium contient cet échantillon. Combien de réactions nucléaires cet échantillon peut-il générer ?

$$N = \frac{m}{m({}_{92}^{235}\text{U})} = \frac{1}{3,90274 \cdot 10^{-25}} = 2,56230 \cdot 10^{24} \text{ noyaux.}$$

Cet échantillon génère le même nombre de réactions.

e. En déduire en MeV l'énergie $E_{1\text{kg}}$ libérée par la fission de 1kg d'uranium.

$$E_{1\text{kg}} = \Delta E \cdot N$$

$$\text{A.N. } E_{1\text{kg}} = -3,07989 \cdot 10^{27} \text{ MeV}$$

f. Convertir cette énergie en Joules.

$$E_{1\text{kg}} = -3,07989 \cdot 10^{27} \times 1,6022 \cdot 10^{-13} = -4,93460 \cdot 10^{14} \text{ J}$$

L'énergie libérée est d'environ $4,9 \cdot 10^8$ MJ

g. Un réacteur nucléaire possède une puissance de 100MW. Quelle est la durée nécessaire pour consommer 1 kg d'uranium dans ce réacteur.

$$\Delta t = \frac{E_{1\text{kg}}}{P} \quad \text{A.N. } \Delta t = \frac{4,9 \cdot 10^8}{100} = 4,9 \cdot 10^6 \text{ s}$$

Cette durée correspond à environ 57 jours