

À propos de sous-marins
(Bac - Nouvelle-Calédonie - novembre 2008)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© <http://b.louchart.free.fr>

2. La propulsion du sous-marin "Le Terrible"

2.1. noyau ${}_{92}^{235}\text{U}$: 92 protons
 $235 - 92 = 143$ neutrons

2.2.1. ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{38}^{94}\text{Sr} + {}_{54}^{140}\text{Xe} + x {}_0^1\text{n}$

Lors d'une transformation nucléaire, il y a conservation du nombre total de nucléons
 $\Rightarrow 235 + 1 = 94 + 140 + x \Rightarrow x = 2$

2.2.2. On considère la fission d'un noyau d'uranium 235 par un neutron :



variation de masse du système :

$$\begin{aligned}\Delta m &= m({}_{38}^{94}\text{Sr}) + m({}_{54}^{140}\text{Xe}) + 2 m({}_0^1\text{n}) - m({}_{92}^{235}\text{U}) - m({}_0^1\text{n}) \\ &= 93,9154 + 139,9252 + 2 \times 1,0087 - 235,0439 - 1,0087 \\ &= -0,1946 \text{ u} \\ &= -0,1946 \times 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg} \\ &= -3,23 \times 10^{-28} \text{ kg}\end{aligned}$$

variation d'énergie du système :

$$\begin{aligned}\Delta E &= \Delta m \times c^2 \\ &= -3,23 \times 10^{-28} \times (3,00 \times 10^8)^2 \\ &= -2,91 \times 10^{-11} \text{ J}\end{aligned}$$

Donc l'énergie libérée est : $E_{\text{lib}} = 2,91 \times 10^{-11} \text{ J}$

2.2.3.a) Énergie libérée par les réactions de fission en 1 seconde :

$$E_2 = \mathcal{P} \times \Delta t = 150 \times 10^6 \times 1 = 150 \times 10^6 \text{ J}$$

Or lors de chaque fission, une énergie $E_{\text{lib}} = 2,91 \times 10^{-11} \text{ J}$ est libérée.

$$\Rightarrow \text{En 1 seconde, il se produit } N = \frac{150 \times 10^6}{2,91 \times 10^{-11}} = 5,15 \times 10^{18} \text{ fissions.}$$

2.2.3.b) masse d'uranium consommée en 1 seconde :

$$m = N \times m(U) = 5,15 \times 10^{18} \times 235,0439 \times 1,66 \times 10^{-27} = 2,01 \times 10^{-6} \text{ kg} = 2,01 \times 10^{-3} \text{ g}$$

2.2.4. La masse minimale est : $m' = m \times \Delta t' = 2,01 \times 10^{-6} \times 2 \times 2,6 \times 10^6 = 10,5 \text{ kg}$