

3^{ème} License S6 P.F
Corrigé Examen de Physique Nucléaire

Exercice 1 :

Expression de $N_1(t)$ pour $t \in [0, t_i]$:

$dN_1(t)$: nombre de noyaux produits – nombre de noyaux désintégrés pendant dt .

$$dN_1(t) = \tau \cdot dt - \lambda N_1(t) dt \Rightarrow \frac{dN_1(t)}{dt} + \lambda N_1(t) = \tau$$

La solution générale est de la forme :

$$N_1(t) = Ae^{-\lambda t} + \frac{\tau}{\lambda}, \quad N_1(0) = A + \frac{\tau}{\lambda} \Rightarrow A = -\frac{\tau}{\lambda} \Rightarrow N_1(t) = \frac{\tau}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t})$$

Expression de $N_2(t)$ pour $t \in t > t_i$: Pas de production, uniquement de la désintégration.

$$dN_2(t) = -\lambda N_2(t) dt \Rightarrow \frac{dN_2(t)}{dt} + \lambda N_2(t) = 0$$

La solution générale est de la forme : $N_2(t) = Be^{-\lambda t}$

Avec la condition de continuité $N_1(t_i) = N_2(t_i)$, on obtient :

$$\frac{\tau}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_i}) = Be^{-\lambda t_i} \Rightarrow B = \frac{\tau}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_i}) e^{\lambda t_i}$$

$$N_2(t) = \frac{\tau}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_i}) e^{\lambda t_i} e^{-\lambda t} = \frac{\tau}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t_i}) e^{-\lambda(t-t_i)}$$

Exercice 2 :

Energie libérée par 1g d'hydrogène :

$$E_{1g} = 4,1 \cdot 10^{32} * 1,6 \cdot 10^{-19} = 6,56 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

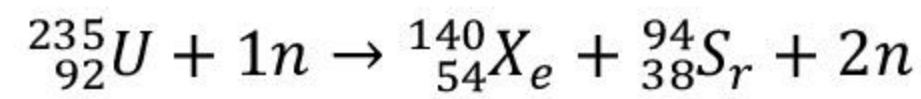
$$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J} \Rightarrow E_{1g} = \frac{6,56 \cdot 10^{13}}{3600} = 1,8 \cdot 10^7 \text{ KWh}$$

Energie libérée par une réaction élémentaire :

$$\text{La réaction fait intervenir quatre atomes d'hydrogène} \Rightarrow E_r = E_{1g} \frac{4}{N_A} = 2,72 \cdot 10^3 \text{ MeV}$$

Exercice 3 :

- Equation de la réaction :



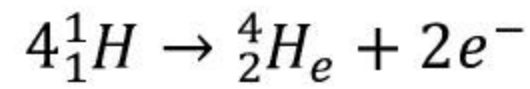
- Energie libérée en MeV :

$$Q = E_l(\text{Xe}) + E_l(\text{Sr}) - E_l(\text{U}) = 184.5 \text{ MeV}$$

- Equations des réactions des quatre étapes :



- Equation de la réaction :



- Diminution de la masse du soleil :

$$\Delta m_{\text{jour}} = \frac{E_{\text{jour}}}{c^2} \rightarrow 3,3 \cdot 10^{14} \text{ Kg}$$
$$\Delta m_{\text{an}} = \Delta m_{\text{jour}} * 365 = 1,2 \cdot 10^{17} \text{ Kg}$$

- Durée de vie du soleil :

$$\Delta t = \frac{M_{\text{soleil}}}{\Delta m_{\text{an}}} = 1,67 \cdot 10^{13} \text{ années}$$

- Masse d'Hélium produite :

Nombre de réactions par jour :

$$N_{\text{reac/jour}} = \frac{E_{\text{jour}}}{E_{\text{reac}}} = \frac{3 \cdot 10^{31}}{25,7 \cdot 10^6 * 1,6 \cdot 10^{-19}} = 7,31 \cdot 10^{42}$$

Chaque réaction produit un noyau d'Hélium de masse :

$$m_{\text{He}} = \frac{M_{\text{He}}}{N_A} = 6,6 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

Chaque jour le soleil produit une masse d'Hélium de :

$$m_{\text{jour}} = m_{\text{He}} \cdot N_{\text{reac/jour}} = 4,825 \cdot 10^{16} \text{ Kg}$$