Université Ibn Khaldoun Tiaret
Faculté des Sciences de la Matière
Département de Physique
Année 2023-2024

3ème License S6 P.F

Corrigé Examen de Physique Nucléaire

Exercice 1 :

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

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

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

La solution générale est de la forme :

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

Expression de $N_2(t)$ pour $t\epsilon t > t_i$: 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 :

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

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

Exercice 2 :

Energie libérée par $1g$ d'hydrogène :

$$E_{1g} = 4{,}1.\,10^{32} * 1.6\,.\,10^{-19} = 6.56\ 10^{13}\ J$$

$$1\ Wh = 3600\ J \ \Rightarrow \ E_{1g} = \frac{6.56\ 10^{13}}{3600} = 1.8\,.\,10^{7}\ KWh$$

Energie libérée par une réaction élémentaire :

La réaction fait intervenir quatre atomes d'hydrogène ⇒ $E_r = E_{1g}\frac{4}{N_A} = 2.72\,.\,10^{3}\ MeV$

Exercice 3 :

- Equation de la réaction :

$$ {}^{235}_{92}U + 1n \rightarrow {}^{140}_{54}X_e + {}^{94}_{38}S_r + 2n $$

- Energie libérée en MeV :

$$ Q = E_l(X_e) + E_l(S_r) - E_l(U) = 184.5\ MeV $$

- Equations des réactions des quatre étapes :

${}^{238}_{92}U + 1n \rightarrow {}^{239}_{92}U,$ ${}^{239}_{92}U \rightarrow {}^{239}_{93}N_p + e^-,$ ${}^{239}_{93}N_p \rightarrow {}^{239}_{94}P_u + e^-,$ ${}^{239}_{94}P_u \rightarrow {}^{235}_{92}U + {}^{4}_{2}H_e$

- Equation de la réaction :

$$ 4{}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}H_e + 2e^- $$

- Diminution de la masse du soleil :

$$ \Delta m_{jour} = \frac{E_{jour}}{C^2} \rightarrow 3{,}3.\,10^{14}\ Kg $$

$$ \Delta m_{an} = \Delta m_{jour} * 365 = 1{,}2.\,10^{17}\ Kg $$

- Durée de vie du soleil :

$$ \Delta \mathrm{t} = \frac{M_{soleil}}{\Delta m_{an}} = 1{,}67.\,10^{13}\ ann\acute{e}es $$

- Masse d'Hélium produite :

Nombre de réactions par jour :

$$ \mathrm{N}_{reac/jour} = \frac{E_{jour}}{E_{reac}} = \frac{3.\,10^{31}}{25{,}7.\,10^{6} * 1{,}6.\,10^{-19}} = 7{,}31.\,10^{42} $$

Chaque réaction produit un noyau d'Hélium de masse :

$$ \mathrm{m}_{He} = \frac{\mathrm{M}_{He}}{N_A} = 6{,}6\ .\,10^{-27}\ Kg $$

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

$$ \mathrm{m}_{jour} = \mathrm{m}_{He}.\,\mathrm{N}_{reac/jour} = 4{,}825\ .\,10^{16}\ Kg $$