Université Ibn Khaldoun Tiaret
Faculté des Sciences de la Matière
Département de Physique : 2023-2024
M1 Physique Médicale

Corrigé Examen de Rattrapage Physique Atomique et Nucléaire

Exercice 1 :

a) ? $R_{10}(r) : n = 1, l = 0$ état $1s^1$

$M = n - l - 1 = 0,\ \alpha = \frac{1}{n} = 1,\ k = 0, v_{10}(x) = x^{l+1} \sum_{k=0}^{M} C_k\, x^k = xC_0$

La condition de normalisation permet de déterminer la constante C_0 à savoir :

$$a_0 \int_0^{\infty} v_{10}{}^2(x)\, e^{-2x}.dx = 1 \Rightarrow a_0 C_0{}^2 \int_0^{\infty} x^2.e^{-2x}.dx = 1 \Rightarrow C_0 = \frac{2}{\sqrt{a_0}}$$

$v_{10}(x) = \frac{2}{\sqrt{a_0}}x \Rightarrow\ u_{10}(x) = v_{10}(x)e^{-x} = \frac{2}{\sqrt{a_0}}xe^{-x}, \Rightarrow u_{10}(r) = \frac{2}{\sqrt{a_0}}\frac{r}{a_0}e^{-\frac{r}{a_0}}$

$$R_{10}(r) = \frac{u_{10}(r)}{r} = \frac{2}{\sqrt{a_0^3}}e^{-\frac{r}{a_0}}$$

b) ? $R_{20}(r) : n = 2, l = 0$ état $2s^1$

$M = n - l - 1 = 1,\ \alpha = \frac{1}{n} = \frac{1}{2},\ k = 0{,}1, v_{20}(x) = x^{l+1} \sum_{k=0}^{1} C_k\, x^k = C_0 x + C_1 x^2$

A partir de la relation de récurrence $C_k = \frac{2\alpha(k+l)-2}{k^2+k(2l+1)}C_{k-1} \Rightarrow C_1 = -\frac{C_0}{2}$

$$v_{20}(x) = C_0 x + C_1 x^2 = C_0(x - \frac{x^2}{2})$$

La condition de normalisation permet de déterminer la constante C_0 à savoir :

$$a_0 \int_0^{\infty} v_{20}{}^2(x)\, e^{-x}dx = 1 \Rightarrow a_0 C_0{}^2 \int_0^{\infty} (x - \frac{x^2}{2}).e^{-x}dx = 1 \Rightarrow C_0 = \frac{1}{\sqrt{2a_0}}$$

$v_{20}(x) = \frac{1}{\sqrt{2a_0}}(x - \frac{x^2}{2}),\qquad u_{20}(x) = v_{20}(x)e^{-\frac{x}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2a_0}}\left(x - \frac{x^2}{2}\right)e^{-\frac{x}{2}} \Rightarrow$

$u_{20}(r) = \frac{1}{\sqrt{2a_0}}\left(\frac{r}{a_0} - \frac{r^2}{2a_0{}^2}\right)e^{-\frac{r}{2a_0}},\qquad R_{20}(r) = \frac{u_{20}(r)}{r} = \frac{1}{\sqrt{2a_0^3}}\left(1 - \frac{r}{2a_0}\right)e^{-\frac{r}{2a_0}}$

Exercice 2 :

- 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 :

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

- 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 :

$$\Delta\mathrm{t} = \frac{M_{soleil}}{\Delta m_{an}} = 1{,}67.10^{13}\ années$$

- 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 :

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