Cour nucléaire

$^{A}_{Z}X$

I

$A = Z + N$

① Unité masse atomique : 1 Uma = $1{,}66056 \cdot 10^{-27}$ Kg

② Energie (relativité de Einstein)

$$E = mc^2 \begin{cases} E : J \\ m : Kg \\ C : (m/s) \end{cases}$$

$1\,eV \longrightarrow 1{,}6 \times 10^{-19}\,J$, masse théorique : $Zm_p + Nm_n + Zm_e$

③ Energie de liaison

$$B(A,Z) = Zm_pC^2 + \{Nm_nC^2 - M(^{A}_{Z}X)\,C^2$$

nucléant

④ densité nucléaire dans l'hypothèse d'un noyau

$d = \frac{A}{V}$ m nucléaire , $R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$

$d = \frac{A\, m_n}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{m_n}{\frac{4}{3}\pi r_0^3}$; $r_0 = 1{,}2$ fm

⑤ Relation goute liquide (Formule (Beth-Weizsäcker))

$$M(A,Z) = ZM_H + (A-Z)M_n - a_V A + a_S A^{\frac{2}{3}} + a_C \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} + a_a \left(\frac{(\frac{A}{2}-Z)^2}{A}\right) + \delta(A,Z)$$

$$\delta(A,Z) = \begin{cases} A \text{ impaire} = 0 \\ \frac{12}{A^{\frac{1}{2}}} \\ -\frac{12}{A^{\frac{1}{2}}} \end{cases}$$

⑥ Energie disponible pour β^- : $Q_{\beta^-} = [M(^{A}_{Z}X)C^2 - M(^{A}_{Z'}Y)C^2] = T_{\beta^-}$

II Radioactivité

①

II Radioactivité

1 Rappel

$a_1 = \lambda_1 N(t)$, $a_1 = a_0 e^{-\lambda_1 t}$; $N(T) = \frac{N_0}{2}$

$a_1 = \lambda_1 N_0 e^{-\lambda_1 t}$; $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$\Rightarrow \lambda_1 N_0 e^{-\lambda_1 t} = a_0 e^{-\lambda_1 t}$

$a_0 = \lambda_1 N_0$

2 Equation évolution de nombre noyau

$$\begin{cases} N_1(t) : dN_1(t) = -\lambda_1 N_1(t)\, dt & (1) \\ N_2(t) : dN_2(t) = \lambda_1 N_1(t)\, dt - \lambda_2 N_2(t)\, dt & (2) \\ N_3(t) : dN_3(t) = \lambda_2 N_2(t)\, dt & (3) \end{cases}$$

après resolution des Système :

(1) $N_1(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

(2) $N_2(t) = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} N_0 \left(e^{-\lambda_1 t} - e^{-\lambda_2 t} \right)$

(3) $N_3(t) = \frac{N_0}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \left(\lambda_1 e^{-\lambda_2 t} - \lambda_2 e^{-\lambda_1 t} \right)$

3 tm ?

$dN_2 = \lambda_1 N_1 dt - \lambda_2 N_2 dt$

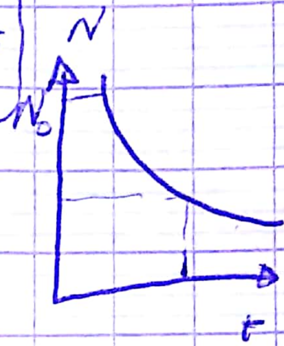
$\left.\frac{dN_2}{dt}\right|_{t = t_m} = 0 \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{T_1}{T_2}$

$$t_m = \frac{T_1 \ln 2 - T_2 \ln 2}{T_1 T_2}$$

④ Retrouver la loi de transformation ~~radi~~ radioactivité

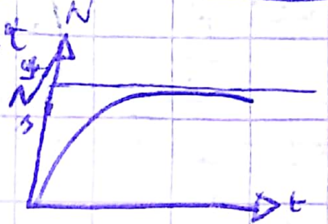
$-\frac{dN}{N} = \lambda dt \Rightarrow \int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$

$\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow \boxed{N = N_0 e^{-\lambda t}}$



$N' = N_1 - N = N_1 - N_1 e^{-\lambda t}$

$N' = N_1 (1 - e^{-\lambda t})$



⑤ condition sur les masses atomique

- Par emission β^- : $[{}^{A}_{Z}M - {}^{A}_{Z+1}M]\, c^2 > 0$

$2m_e c^2 > B(A, Z-1)$ - Par emission β^+ : $[{}^{A}_{Z}M - {}^{A}_{Z-1}M]\, c^2 > 2m_e c^2$

- Bo capteur électroniques : $[{}^{A}_{Z}M - MA(Z-1)]\, c^2 > B(A, Z-1)$

* Lorsque emission β^+ possible la capteur l'est également c^2

- Par émission α : $M({}^{A}_{Z}X) - M({}^{A-4}_{Z-2}Y) > M(\alpha)$

⑥ Montrer que $W_c = \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\right)\frac{3}{5}\left(\frac{Q^2}{R}\right)$

$W_c = \int_0^R V(r) \cdot \rho\, 4\pi r^2\, dr$

$W_c = \int_0^R \frac{\left(\frac{4}{3}\pi r^3 \rho\right)}{4\pi\varepsilon_0 r} \rho\, 4\pi r^2\, dr = \frac{4}{3\varepsilon_0 5} \rho^2 \pi R^5$

on a : $Q = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$

d'où $W_c = \frac{3}{5} \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 R}$

$N°$: Nombre de noyau cible, Φ : flux de particules incidents

(7) Section efficace du noyau

$$\Delta = \frac{N'}{N_0 \Phi}$$

Δ : évoluée à partir de Section efficace de noyau

* La Variation du nombre de noyau y

$$\frac{dN_y}{dt} = \Delta N_0 \Phi \Rightarrow N_y(t) = \Delta N° \Phi t$$

* L'equation d'evolution : y → radioactive

$$\frac{dN_y}{dt} = \Delta N_0 \Phi - \lambda N_y(t)$$

(8) calculer le nombre de Noyau ... → %

$$N = \frac{27,85\% \times N_a}{Z_1 \times 72,15\% + Z_2 \times 27,85\%}$$

III) Energie

L'~~effet photoélectrique~~ :

(1) Conservation d'énergie

$$E_\gamma = E_\gamma' + T_e$$ ← Energie cinétique

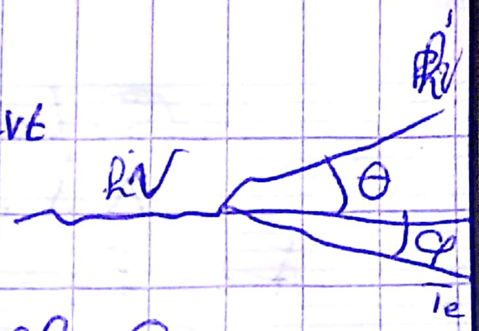
E_γ' : Energie de repos $M_0 c^2$ ou E_l (Energie de liaison)

$$E_\gamma : h\nu = h\frac{c}{\lambda} \text{ (Kev)}$$

$$E_\gamma = E_l + T_e$$

② conservation de quantité de mvt

$$\vec{P_\gamma} = \vec{P_\gamma'} + \vec{P_e}$$



③ démonstration de E_γ'.

$$\begin{cases} \vec{Ox} : \dfrac{h\nu}{c} = \dfrac{h\nu'}{c}\cos\theta + P_e\cos\varphi & ① \\ \vec{Oy} : 0 = \dfrac{h\nu'}{c}\sin\theta - P_e\sin\varphi & ② \end{cases}$$

$$①^2 + ②^2 = (E_\gamma)^2 - 2E_\gamma E_\gamma'\cos\theta + (E_\gamma')^2 = P_e^2 c^2 = T(T+2E$$

d'après calcule $\Rightarrow E_\gamma E_\gamma'(1-\cos\theta) = E_0(E_\gamma - E_\gamma')$

on a $\alpha = \dfrac{E_\gamma}{E_0}$

$$E_\gamma(\alpha(1-\cos\theta)+1) = E_\gamma$$

finalement :

$$E_\gamma' = \frac{E_\gamma}{1+\alpha(1+\cos\theta)}$$

④ Expression energie Cinetique de choc

$$T_e = E_\gamma - E_\gamma' = E_\gamma - \frac{E_\gamma}{1+\alpha(1+\cos\theta)}$$

$T_{e\,max}$? : $\cos\theta = -1 \Rightarrow T_{e\,max} = \dfrac{E_\gamma\, 2\alpha}{1+2\alpha}$

$T_{e\,min}$? $\cos\theta = 0 \Rightarrow T_{e\,min} = 0$

⑤ La variation de longueur d'onde du photon

$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$

$E_\gamma = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = hc/E_\gamma$

$$\lambda' = \frac{hc}{E_\gamma'} = \frac{hc(1+\alpha(1-\cos\theta))}{E_\gamma}$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{hc}{E_\gamma}\left(\alpha(1-\cos\theta)\right)$$

$$= \frac{hc}{E_0}\left(1-\cos\theta\right),$$

⑥ trouver la relation entre : les angles de diffusion de l'électron et photon

$$\begin{cases} h\nu = h\nu'\cos\theta + P_e\cos\varphi & ① \\ 0 = h\nu'\sin\theta - P_e\sin\varphi & ② \end{cases}$$

$$\frac{②}{①} \Rightarrow \operatorname{tg}\varphi = \frac{\operatorname{cotg}\frac{\theta}{2}}{1+\frac{h\nu}{m_0c^2}}$$

Pour $\operatorname{tg}\varphi = \operatorname{cotg}\frac{\theta}{2}\,\frac{m_0c^2}{m_0c^2+h\nu}$ $\quad E_\gamma \gg m_0c^2$

$$\operatorname{tg}\varphi = \operatorname{cotg}\frac{\theta}{2}\cdot\frac{m_0c^2}{h\nu}$$

Scanned by CamScanner

7 Loi d'absorption :

$\Phi(x) = \Phi_0 e^{-\mu x}$

$\begin{cases} \mu = n\sigma = N\Pi \text{ absorption linéaire} \\ X = \frac{\mu \Pi}{\rho} \text{ .... massique} \end{cases}$

Pour une épaisseur X de la cible

section de reaction

* Probabilité : $P = \frac{\Delta \Phi}{\Phi} = \sigma N_c = \sigma n \Delta x$

$\Delta \Phi$: nombre d'interaction :

* Section efficace partielle : $\sigma_i = \frac{N_i}{\Phi / n \Delta x}$

Section efficace totale :

$\sigma_{totale} = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots}{\Phi / n \Delta x}$

Scanned by CamScanner