

Les unités en physique nucléaire:

page 6

longueurs:

$$1 \text{ Fermi mètre} = 10^{-15} \text{ m} = 1 \text{ Fermi}$$

1 Fermi \approx le rayon de noyau \approx 7 Fermi

$$\text{masse: } 1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m(\text{proton}) \approx m(\text{neutron}) = 1,67 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$= 1,007 \text{ u}$$

$$m(e^-) = 9,10 \times 10^{-31} \text{ g}$$

énergie:

$$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ KeV} = 10^3 \text{ eV}$$

$$1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

$$1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$$

$$E = m \cdot c^2 = 4 \text{ u} \cdot c^2 = 4 \times (3 \times 10^8)^2 = \dots \text{ J}$$

$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

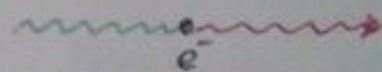
la durée de vie: $\tau = \frac{L}{v}$; dans un référentiel lié: $\tau = \gamma \tau'$

Effet Compton:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

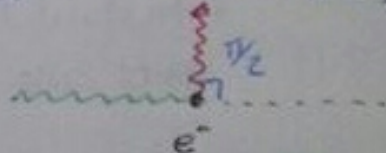
longueur d'onde
compton: λ_c

diffusion rasante: $\theta = 0^\circ$



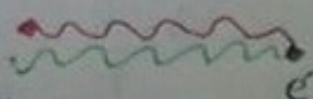
$$\Delta \lambda = \lambda' - \lambda = 0 \Rightarrow \lambda = \lambda'$$

diffusion normale: $\theta = \pi/2$

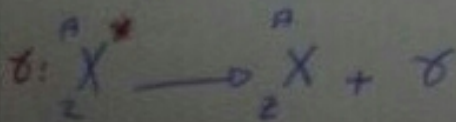
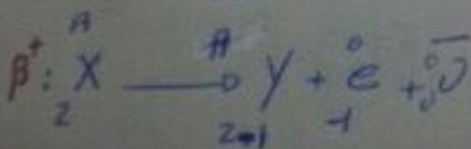
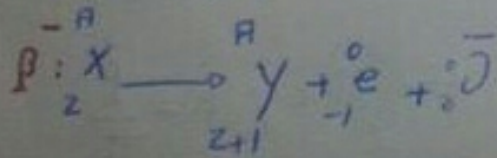
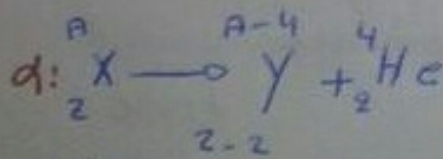


$$\Delta \lambda = \lambda' - \lambda = h/c \Rightarrow \lambda' = \lambda + \lambda_c$$

retro diffusion: $\theta = \pi$



$$\lambda' - \lambda = 2 \lambda_c \Rightarrow \lambda' = \lambda + 2 \lambda_c$$



ν : neutrinos charge nulle

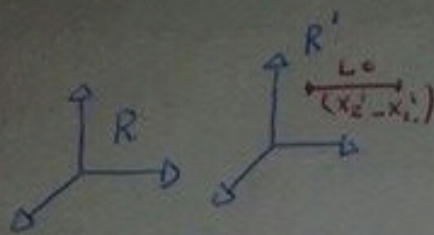
Spin $1/2$

masse nulle $< 50 \text{ eV}$

particule relativiste

$$\frac{\Delta t}{\downarrow} = \gamma \frac{\Delta t_0}{\downarrow} \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} ; \quad \beta^2 = \frac{v^2}{c^2}$$

durée apparente durée propre



$$\begin{aligned} x'_1 &= \gamma (x_1 - vt_1) \\ x'_2 &= \gamma (x_2 - vt_2) \\ x'_2 - x'_1 &= \gamma (x_2 - x_1) \\ L_0 &= \gamma L \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \underbrace{L}_{\text{longueur apparente}} = \frac{L_0}{\gamma} \rightarrow \text{longueur propre}$$

impulsion:

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

$$E^2 = (p \cdot c)^2 + (m_0 \cdot c^2)^2$$

Les expressions relativistes:

$$E = \gamma m_0 c^2$$

$$\vec{p} = \gamma m_0 \vec{v} : \text{q.tité du mvmt.}$$

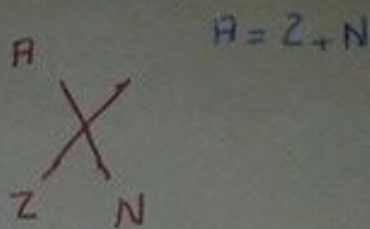
$$E^2 = c^2 p^2 + m_0^2 c^4$$

$$E = mc^2$$

$$E = m_0 c^2 + T$$

$$E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2$$

$$m = \gamma m_0$$



les isotopes : même Z

les isotones : même N

les isobares : même A

• C.E.T: chaque particule possède une Énergie, somme de son énergie de masse au repos et de son énergie cinétique.

$$E = m_0 c^2 + E_{\text{cin}} = m \cdot c^2$$

$$\text{avec } m = \gamma m_0$$

• La dualité corpuscule:

particule (E, p) \Leftrightarrow onde (ν, λ)

↙ fréquence ↘ longueur d'onde

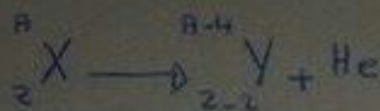
$$E = h \nu = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m v}$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$E = \frac{h \nu}{2\pi} ; \quad K = \frac{p}{h}$$

Emission Alpha α :



L'émission α concerne les noyaux lourds $Z > 82$

$A > 200$

conservation de l'énergie total:

$$M_X \cdot c^2 = M_Y \cdot c^2 + M_\alpha \cdot c^2 + E^* + T_r + T_\alpha$$

M : masse nucléaire

$$M_X \cdot c^2 = [M_Y + M_\alpha] \cdot c^2 + E^* + T_r + T_\alpha$$

$$[M_X - [M_Y + M_\alpha]] \cdot c^2 = Q_\alpha$$

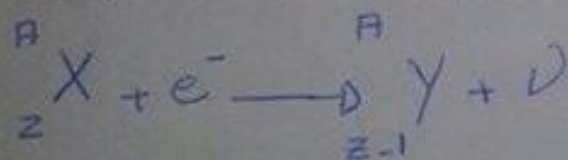
Énergie de désintégration

$$Q_\alpha = E^* + T_r + T_\alpha \Rightarrow Q_\alpha = T_r + T_\alpha$$

\downarrow
 ≈ 0

L'émission α possible si $Q_\alpha > 0$

La capture électronique:



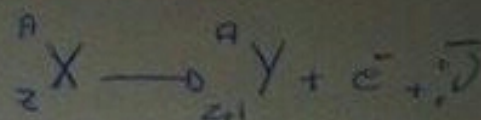
$$M(X) \cdot c^2 - Z m_e \cdot c^2 + m_e \cdot c^2 = M(Y) \cdot c^2 - (Z-1) m_e \cdot c^2 + Q_{CE} + E_l$$

$$Q_{CE} = M(X) \cdot c^2 - M(Y) \cdot c^2 - E_l$$

Énergie de liaison d'électron capturée

Q_{CE} possible si $\longrightarrow Q_{CE} > 0$

Emission β^- :



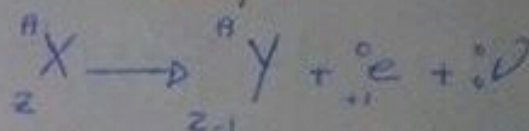
$$\underbrace{(M_X) \cdot c^2}_{\text{masse nucléaire}} = m_Y \cdot c^2 + m_e \cdot c^2 + \underbrace{m_{\bar{\nu}} \cdot c^2}_{\approx 0} + E_{\beta^-} + T_{\bar{\nu}} + T_Y$$

$$M(X) \cdot c^2 - Z m_e \cdot c^2 = M(Y) \cdot c^2 - (Z+1) m_e \cdot c^2 + m_e \cdot c^2 + Q_{\beta^-}$$

$$Q_{\beta^-} = M(X) \cdot c^2 - M(Y) \cdot c^2$$

L'émission β^- possible si $Q_{\beta^-} > 0$
 $\approx T_e + T_{\bar{\nu}}$

Emission β^+ :



$$M_X \cdot c^2 = m_Y \cdot c^2 + m_e \cdot c^2 + m_{\nu} \cdot c^2 + E_{\beta^+} + T_{\nu} + T_Y$$

$$M(X) \cdot c^2 - Z m_e \cdot c^2 = M(Y) \cdot c^2 - (Z-1) m_e \cdot c^2 + m_e \cdot c^2 + Q_{\beta^+}$$

$$Q_{\beta^+} = M(X) \cdot c^2 - M(Y) \cdot c^2 - 2 m_e \cdot c^2$$

$Q_{\beta^+} > 0 \longrightarrow$ l'émission est possible

Emission γ :



$$\underbrace{m(Y^*) \cdot c^2}_{\text{masse nucléaire}} = m(Y) \cdot c^2 + E_\gamma + \underbrace{T_r}_{\text{énergie de recul}}$$

\downarrow
énergie du photon

γ est la même pour tous les noyaux d'une même espèce.

désintégration a un corps

N_0 : nbr de noyaux instable a $t=0$

$N(t)$: nbr de noyaux instable a t .

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

La période T : $N(t=T) = \frac{N_0}{2}$

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T}$$

La vie moyenne: $N(t=\tau) = \frac{N_0}{e}$

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

l'activité A : $A = \frac{dN}{dt} = \lambda N(t)$

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

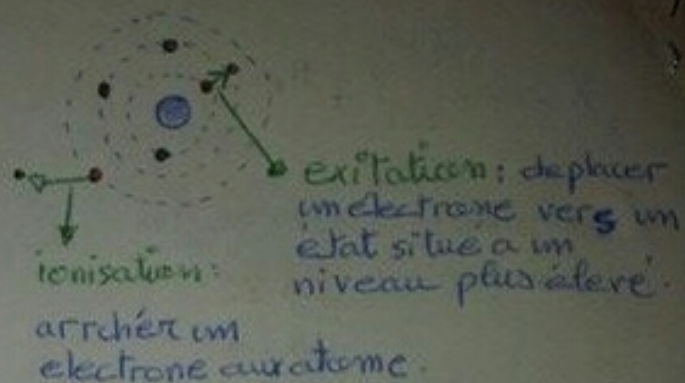
↓ A_0 : Activité initiale.

nombre de désintégration par unité de temps.

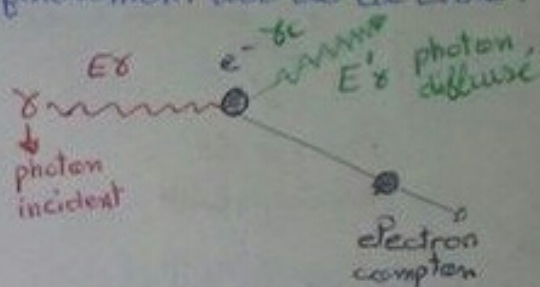
l'unité de A est: le Becquerel (Bq): il correspond a une désintégration par seconde

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ dps}$$

$$1 \text{ Curie} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

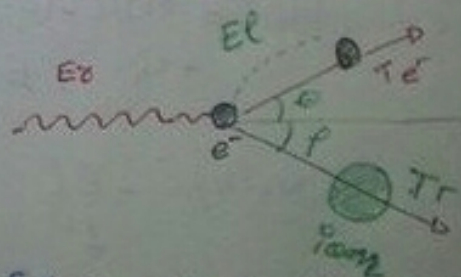


Effet Compton: c'est la diffusion élastique du photon incident d'énergie $E_\gamma = h\nu$ sur un électron libre au finallement liée de la cible.



Effet photoélectrique

c'est l'interaction du photon incident sur un électron lié de la cible, à qui il communique toute son énergie. le photon incident donc totalement absorbé



E_γ : Energie du photon incident

E_l : Energie de liaison de l'é sur sa couche: pour K: $E_l = E_K = 13,6(Z-1)^2$

T_e : énergie cinétique de l'éjecté

T_r : énergie du recul d'ion formé

$$T_e \approx h\nu - E_l: \text{énergie d'émission}$$