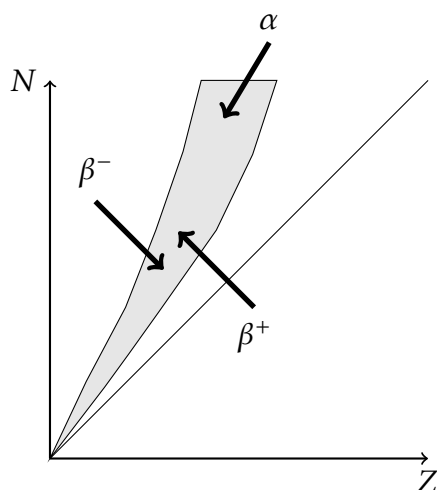


I. Décroissance radioactive

1. Stabilité et instabilité du noyau

Tout noyau peut s'écrire comme A_ZX où A désigne son nombre de nucléons, Z son nombre de protons, $N = A - Z$ son nombre de neutrons.

- Deux noyaux sont dits isotopes s'ils ont le même nombre de protons.
- Un noyau stable est un noyau qui ne se transforme jamais.
- Un noyau instable est un noyau radioactif qui subira tôt ou tard une transformation nucléaire spontanée appelée désintégration.



2. Radioactivité

Les transformations nucléaires respectent deux lois :

1. la conservation de la charge électrique,
2. la conservation du nombre de nucléon.

a. Radioactivité α

C'est l'émission d'un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$.

b. Radioactivité β^-

C'est l'émission d'un électron ${}^0_{-1}\text{e}$.

c. Radioactivité β^+

C'est l'émission d'un positon (ou positron) ${}^0_{+1}\text{e}$.

d. Radioactivité γ

Tous les noyaux fils obtenus retrouvent leur état fondamental (stable) en émettant un rayonnement γ électromagnétique.

3. Loi de décroissance radioactive

a. Caractère aléatoire

- Phénomène imprévisible et aléatoire.
- Une désintégration d'un noyau n'affecte pas celle du voisin.
- Un noyau radioactif ne vieillit pas.

b. Constante radioactive

Le nombre de noyau N diminue au cours du temps. ΔN représente sa variation, qui est négative, pendant une durée Δt . On définit la constante de radioactivité λ en s^{-1} : $\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$.

Loi décroissance radioactive $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

c. Activité d'une source

L'activité A d'une source correspond au nombre moyen de désintégration par unité de temps, toujours positive. A est proportionnelle à N : $A = \lambda N$. Ainsi : $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$.

d. Temps de demi-vie

C'est le temps au bout duquel l'activité A d'une source est divisée par deux : $A(t_{1/2}) = \frac{A_0}{2}$ ou $\frac{N_0}{2}$.
 $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \tau \cdot \ln 2$, avec $\tau = \frac{1}{\lambda}$ constante de temps, en s.

La demie-vie du type de noyau utilisé pour dater un objet doit être au moins 10 fois plus grand que l'âge à mesurer.

II. Noyau, masse et énergie nucléaire

1. Origine de l'énergie nucléaire

Lors d'une désintégration, l'énergie est libérée sous deux formes : énergie cinétique et énergie rayonnante.

a. Défaut de masse

On définit l'unité de masse atomique u comme :

$$1u = \frac{M(^{12}\text{C})}{12 \cdot \mathcal{N}_a}$$

Le défaut de masse $\mathcal{D}_m$ est la différence entre la masse des nucléons séparés et la masse du noyau. $\mathcal{D}_m$ est toujours positif :

$$\mathcal{D}_m = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n] - m_{\text{noyau}}$$

b. Hypothèse d'Einstein

L'énergie de masse d'un corps est $E = m \cdot c^2$, en J.
! m en kg.

c. Énergie de liaison

C'est l'énergie qu'il faut fournir à un noyau au repos pour le dissocier en nucléons isolés et immobiles.

$$E_l = \mathcal{D}_m \cdot c^2$$

Elle augmente avec le nombre de nucléons. On parle aussi d'énergie de liaison par nucléon : $\frac{E_l}{A}$. Un noyau est d'autant plus stable que son énergie de liaison par nucléon est grande (courbe d'Aston).

2. Réaction de fission et de fusion

Les réactions de fission et de fusion ne sont pas des réactions nucléaires spontanées.

a. La fission

Un noyau lourd se brise en 2 noyaux plus légers sous l'impact d'un neutron.

- Si la réaction est contrôlée : énergie constante (exemple : centrales nucléaires).
- Si la réaction n'est pas contrôlée : énorme quantité d'énergie accompagnée de réaction explosive.

b. La fusion

Deux noyaux légers fusionnent pour former un noyau plus lourd et stable. Pour vaincre les forces de répulsions, il faut apporter une très grande quantité d'énergie par le biais d'une haute température : réaction thermonucléaire. À cette température, la matière est forme de plasma.

c. Énergie

Lors d'une fission : $m_{\text{avant}} > m_{\text{après}}$. Ce défaut de masse est à l'origine de l'énergie libérée lors d'une fusion, fission, désintégration nucléaire :

$$E_l = \mathcal{D}_m \cdot c^2$$

avec :

$$\begin{aligned} \mathcal{D}_m &= [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n] - m_{\text{noyau}} \\ &= m_{\text{avant}} - m_{\text{après}} \end{aligned}$$