

DECROISSANCE RADIOACTIVE –COURS

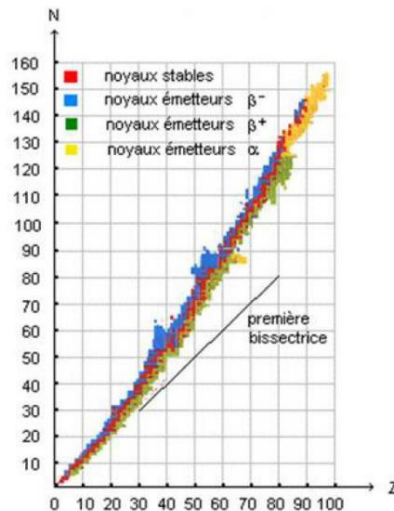
Cohésion du noyau : assurée par l'interaction forte.

Isotopes : Deux atomes de même Z mais dont la valeur de A est différente sont des isotopes. A_ZX et ${}^{A'}_ZX$

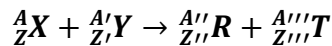
A : nombre de nucléons (protons + neutrons) et Z : numéro atomique (nombre de protons)

N : nombre de neutrons = A – Z

Radioactivité : Certains noyaux sont instables (rapport neutrons/protons) et ont tendance à se **désintégrer spontanément** en émettant des particules et se transforment ainsi en d'autres noyaux.



Lois de conservation de Soddy (pour toutes les réactions nucléaires)



- Conservation du nombre de masse A : $A + A' = A'' + A'''$

- Conservation des charges Z : $Z + Z' = Z'' + Z'''$

Les différents types de radioactivité :

Radioactivité β^+ ($= {}^0_1e$) : émission d'un positon : ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + {}^0_1e$

Radioactivité β^- ($= {}^0_{-1}e$) : émission d'un électron : ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + {}^0_{-1}e$

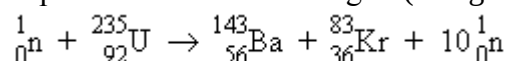
Radioactivité α ($= {}^4_2He$) : émission d'un noyau d'hélium : ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + {}^4_2\alpha$

Radioactivité γ : émission d'un rayonnement électromagnétique (photon) : ${}^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$

Les noyaux issus d'une désintégration sont les noyaux fils.

Réactions nucléaires provoquées :

La fission : Un noyau lourd se sépare en deux noyaux plus légers (en général suite à la percussion d'un neutron lancé à grande vitesse). La séparation libère de l'énergie. (énergie libérée dans les centrales)



La fusion : Deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd (réaction se produisant dans les étoiles). La fusion libère de l'énergie. (énergie libérée par les étoiles)

Modélisation de la décroissance radioactive :

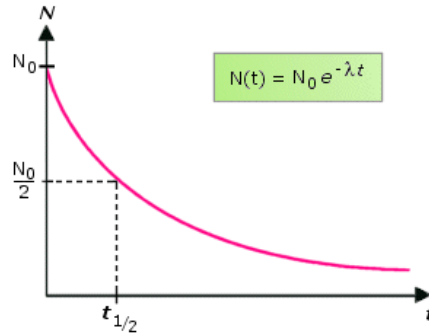
Constante radioactive : λ qui dépend de l'élément (en s^{-1}). C'est la probabilité pour un noyau radioactif donné de se désintégrer.

Activité (en Bq becquerel) : $A = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda \times N(t)$ avec ΔN le nombre de désintégrations pendant un temps Δt (en s). λ **constante radioactive** qui dépend de l'élément (en s^{-1}) et $N(t)$ le nombre de noyaux restant dans l'échantillon.

Evolution du nombre de noyaux radioactifs en fonction du temps :

Résoudre l'équation différentielle $\frac{dN}{dt} - \lambda \times N(t) = 0$ (obtenue à partir de la définition de l'activité)

On trouve comme solution : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ avec N_0 le nombre de noyaux radioactifs initialement.



Demi-vie : c'est le temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs d'un échantillon s'est désintégrée (ou l'activité est divisée par 2). L'activité est divisée par 2. $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ avec $t_{1/2}$: la demi-vie (en s) et λ constante qui dépend de l'échantillon (en s^{-1})

On peut retrouver cette expression en résolvant l'équation $N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{2}$

Evolution de l'activité en fonction du temps : $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

(obtenue à partir de $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ et $A = \lambda \times N(t)$)

Principe de la datation :

- On connaît, à l'instant initial (mort d'un être vivant, formation d'un minéral) l'activité A_0 d'un élément chimique (carbone 14 par exemple) car l'activité est supposée constante (renouvellement des atomes par échange avec le milieu extérieur)
- On mesure l'activité, de nos jours, on la note $A_{\text{présent}}$
- On en déduit le temps qu'il s'est écoulé entre ces deux moments en résolvant l'équation :

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \text{ soit } t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{A}{A_0}$$

Application en médecine :

- Injection d'éléments radioactifs pour suivre le trajet des éléments via un Scanner (On prend un élément avec une demi-vie faible)
- Traitements de tumeurs cancéreuses.

Comment s'en protéger ?

La radioactivité peut être naturelle (uranium 238, carbone 14) ou artificiels (médecine).

Rayonnement α : Il est très ionisant mais peu pénétrant, quelques centimètres d'air ou une feuille de papier le stopper.

Rayonnement β : assez pénétrant il faut quelques mm d'aluminium pour le stopper.

Rayonnement γ : Moins ionisant mais très pénétrant, il faut 20 cm de Plomb ou quelques mètres d'eau pour l'arrêter. Il est très énergétique et peut atteindre le GeV. Il est de fréquence plus élevée que les rayons X et UV.