

LA RADIOACTIVITE

LA RADIOACTIVITE

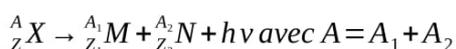
On appelle radioactivité la transformation de noyaux atomiques au cours desquelles un rayonnement est émis.

La radioactivité naturelle est celle qui existe naturellement dans la nature.

La radioactivité artificielle est celle obtenue par bombardement de noyaux atomiques par des particules (neutrons, protons, particules α , électrons, positrons, ...).

1. Les principes de conservation

Dans les processus à masse totale constante, le nombre de nucléons A est constant et la charge totale reste constante.



La réaction de désintégration peut s'accompagner de l'émission de photons (masse nulle) de haute énergie, appelés rayons γ . Les particules émises possèdent généralement une grande énergie ; en traversant la matière, elles arrachent des électrons aux atomes, en les ionisant. On distingue deux grands types de radiations ionisantes :

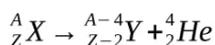
- **Émission β** Elle résulte de l'émission d'un électron β^- ou d'un positon β^+ (ce dernier est l'antiparticule de l'électron).
- **Emission α** Elle consiste en l'émission d'un atome d'hélium. Ces processus fondamentaux sont détaillés au paragraphe suivant. D'autres particules peuvent être émises, tels les neutrinos ou antineutrinos, processus que nous n'étudierons pas.

2-Types de radioactivité

a-Désintégration alpha

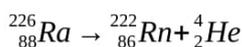
Certains noyaux lourds ($N+Z > 200$) émettent des particules alpha (ou noyaux d'hélium).

Equation bilan :



Le nucléide X est appelé "noyau père", le nucléide Y "noyau fils". X et Y correspondent à des éléments chimiques différents.

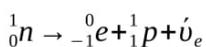
Exemple :



Le noyau fils est dans un état excité et émet un photon gamma.

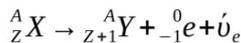
b-Désintégration β^-

Les noyaux avec un surplus de neutrons émettent un électron qui provient de la décomposition d'un neutron en un proton et un *antineutrino électronique* suivant l'équation :

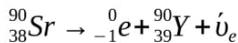


LA RADIOACTIVITE

Equation bilan :



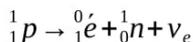
X et Y correspondent à des éléments chimiques différents.



L'antineutrino garantit la conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie.

c-Désintégration β^+

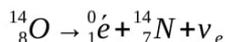
Les noyaux avec trop de protons émettent un positron qui provient de la décomposition d'un proton en un positron, un neutron et un *neutrino électronique*:



Equation-bilan:



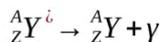
La particule notée 0_1e est un positron (ou positon ou antiélectron) : de même masse que l'électron mais de charge opposée.



Le neutrino garantit la conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie.

d-Désintégration γ

Après une transformation radioactive du noyau, le noyau fils est dans un état excité (*) et se désexcite en émettant un (ou plusieurs) photons de haute énergie (gamma).



Remarques

- Toutes les désintégrations sont accompagnées d'une libération d'énergie !
- Il existe d'autres types de radioactivité : émission de protons, neutrons, ...
- Les neutrinos et antineutrinos électroniques sont des particules de charge électrique nulle, de masse au repos très petite, et n'interagissant que très peu avec la matière.

3-Pouvoir de pénétration des particules émises

Les particules α , massives, sont arrêtées par une simple feuille de papier. Les particules β sont plus pénétrantes et sont arrêtées par une feuille métallique légère, peu épaisse, d'aluminium par exemple.

Les rayons γ sont des radiations émises lors de certains processus mettant en jeu des atomes lourds. Ce rayonnement est très pénétrant. On peut le considérer comme un rayonnement X de très haute énergie. Il n'est arrêté que par des plaques de plomb épaisses.

LA RADIOACTIVITE

4-Loi de la désintégration radioactive

Le but est de déterminer l'évolution statistique du nombre N de nucléides radioactifs présents dans un échantillon. Il s'agit d'établir l'équation mathématique de la diminution de N en fonction du temps t .

La loi de décomposition d'un élément radioactif est obtenue très simplement en considérant que le nombre de noyaux qui se transforment est proportionnel au nombre d'atomes non transformés présents. Soit dN le nombre d'atomes radioactifs qui se transforment pendant le temps dt . Nous avons la relation $dN = -\lambda N dt$ où λ est une constante. Le signe moins provient du fait que la quantité de N décroît. L'équation réarrangée conduit à : $dN/N = -\lambda dt$, soit, en intégrant : $\ln N = -\lambda t + C$. Pour $t = 0$, $\ln N = C = \ln N_0$. En réarrangeant les termes, il vient : $\ln(N/N_0) = -\lambda t$, ce qu'on écrit généralement sous la forme :

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

Considérons le cas où la moitié de X^A a été consommée.

L'équation précédente donne $N_0/2 = N_0 e^{-\lambda t/2}$

On en déduit le temps nécessaire à la décomposition de la moitié de l'échantillon qui est appelé **temps de demi-vie** ou **période**.

$$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

La courbe suivante montre que, d'une façon générale, le temps de demi-vie ne dépend pas du nombre initial de noyaux ; c'est une grandeur caractéristique de l'élément considéré.

