

La Radioactivité

I) Atome et Isotope :

1) Constitution d'un atome :

Le noyau d'un atome est composé de protons et de neutrons (nucléons). Le nombre de nucléons est noté **A** et correspond au nombre de masse. Le nombre de protons est noté **Z** et correspond au numéro atomique.

La différence **A-Z** donne le nombre de neutrons dans le noyau. Un atome est électriquement neutre, ce qui signifie qu'il a autant d'électrons que de protons.

Symbole d'un atome : $A/Z X$ ← symbole de l'élément chimique.

2) Isotope :

Des noyaux sont dit isotope si ils ont le même nombre de protons **Z** mais un nombre de nucléons **A** différent :

Ex :

	235/92 U	238/92 U
Nombre de protons	92	92
Nombre de neutrons	143	146

II) Radioactivité :

1) Définition et caractéristiques :

La radioactivité est une transformation qui met en jeu les noyaux des atomes. Un noyau radioactif, est un noyau instable dont l'instant de la désintégration ne peut pas être prévu. La radioactivité est une réaction nucléaire spontanée.

Un noyau radioactif instable, appelé noyau père se désintègre en un autre noyau, appelé noyau fils et émet une particule. La radioactivité est un phénomène aléatoire spontané inéluctable et indépendant de la pression et de la température.

2) Activité d'un échantillon radioactif :

L'activité d'un échantillon radioactif noté **A** est égale au nombre moyen de désintégration par seconde de noyau dans l'échantillon. Elle s'exprime en **becquerels(Bq)**. 1 Bq=1 désintégration par seconde.

III) Les réactions nucléaires :

Il existe plusieurs types de réaction nucléaires. Chacune d'entre elles émet une particule différente.

1) Radioactivité α (alpha) :

La radioactivité alpha correspond à la désintégration de noyau radioactif avec l'émission de noyau d'hélium $4/2 \text{ He}$ appelé particule Alpha.

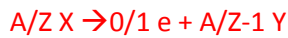


Les noyaux d'éléments lourds ($A > 200$, excès de nucléons) produisent une radioactivité Alpha.

2) Radioactivité bêta + :

La radioactivité bêta + correspond à la désintégration de noyau radioactif avec émission de positons (antiparticule de l'électron, même masse que l'électron mais charge opposé).

L'équation de cette réaction nucléaire est donnée par :

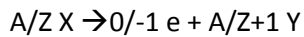


Les noyaux qui produisent une radioactivité bêta + possède un excès de protons par rapport aux nombres de neutrons.

3) Radioactivité bêta - :

La radioactivité bêta - correspond à la désintégration de noyau radioactif avec émission d'électron.

L'équation de cette réaction est donnée par :



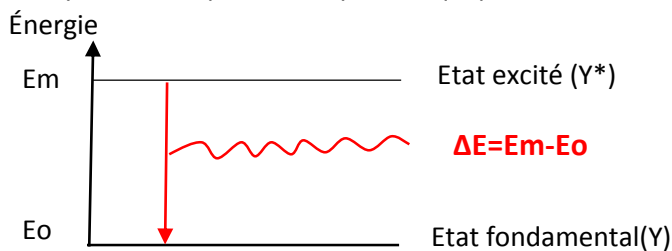
4) Rayonnement gamma (γ)

Lors de la désintégration, le noyau fils est généralement obtenu dans un état excité noté Y^* . La désexcitation de ce noyau fils se fait avec l'émission d'un rayonnement gamma :



Ce rayonnement est de même nature que la lumière (rayonnement électronique) et accompagne chacun des trois types de radioactivité.

Ce rayonnement produit un photon qui possède une énergie ΔE défini par :



Les valeurs des minéraux d'énergie (E_o et E_m) ont des valeurs négatives et sont toujours exprimées en électronvolt $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$

Le photon émis par ce rayonnement possède une longueur d'onde λ égal à $\lambda = hc / \Delta E$

λ en mètre

hc en $\text{J} \cdot \text{m}$

ΔE en Joules

IV) Evolution de la radioactivité d'un échantillon au cours du temps :

1) Demi-Vie :

La demi-vie est la durée, notée $t_{1/2}$, au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs d'un échantillon s'est désintégrée. L'activité A de l'échantillon est alors divisée par deux. La demi-vie ne dépend que de la nature de l'échantillon et elle est très différente d'un radionucléide à l'autre.

2) Loi de décroissance radioactive :

L'activité A d'un échantillon radioactif décroît au cours du temps de façon exponentielle. La loi de décroissance radioactive est donnée par la relation :

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

$A(t)$: activité à l'instant t

A_0 : activité initiale

λ : constante radioactive en s^{-1}

Le nombre moyen de noyau radioactif d'un échantillon suit la même loi de décroissance radioactive que l'activité :

$$A(t) = \lambda * N(t)$$

$A(t)$: activité à l'instant t

$N(t)$: nombre moyen de noyaux radioactif à l'instant t

λ : constante radioactive

La demi-vie est liée à la constante radioactive par la relation : $t_{1/2} = \ln 2 / \lambda$

V) Dangers de la radioactivité et radioprotection :

1) Définition :

Il existe 2 types de danger lié à la radioactivité :

-l'**irradiation**, c'est une exposition externe à une source radioactive.

-la **contamination**, c'est une exposition interne due à l'inhalation ou à l'ingestion d'une source radioactive.

2) Caractéristique des rayonnements :

Le rayonnement α produit des particules α (noyau hélium) qui sont peu pénétrante mais très ionisante. Ce rayonnement est dangereux pour l'homme. Les particules alpha sont arrêtées par quelque centimètre d'air ou une feuille de papier.

Les particules β^- sont assez pénétrantes et sont arrêté par quelque millimètre d'aluminium.

Les particules β^+ ont des durées de vie très courtes dans la matière car des quelles rencontre un électron elles réagissent et donne un rayonnement gamma.

Le rayonnement gamma est très énergétique et très pénétrant. Il est très dangereux du fait de sa portée et de son pouvoir de pénétration beaucoup plus grand. Il est à l'origine de réaction chimique avec d'autre molécule dont l'ADN. Pour s'en protéger on utilise du plomb d'une épaisseur de plusieurs centimètres.

3) Dose absorbée et Dose équivalente :

La dose absorbée noté D , traduit la quantité d'énergie E reçus par une masse m de matière irradiée.

$$D = E/m$$

D : dose absorbée en Gray(Gy)

E : énergie reçue en Joules(J)

m : masse irradiée en Kg

La dose équivalente H traduit les différents effets des rayonnements sur les tissus humains :

$$H = W_R * D$$

H : dose équivalente en Sieverts(Sv)

W_R : facteur de pondération

La dose équivalente est mesurée avec un dosimètre.

Attention, les doses produites par différente rayonnement sont cumulative.