AlloSchool

Sciences de la Vie et de la Terre

Les matières radioactives et l'énergie nucléaire
Cours (Partie 1)

Professeur : Mr BAHSINA Najib

Sommaire

I- La radioactivité naturelle

1-1/ Définition de la structure de l'atome

1-2/ Définition de la radioactivité naturelle

1-3/ Modes d'action des sources radioactives

1-4/ Isotopes stables et isotopes radioactifs : l'exemple du carbone

1-5/ Notion de période radioactive ou demi-vie ($T_{1/2}$)

1-6/ Désintégration ou décroissance radioactive

II- La radioactivité artificielle

2-1/ Découverte de la radioactivité artificielle

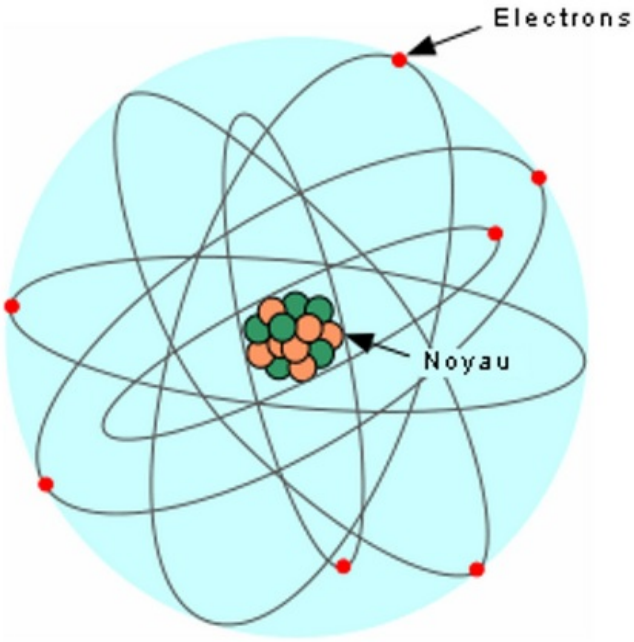
2-2/ Utilisations des produits radioactifs

I- La radioactivité naturelle

1-1/ Définition de la structure de l'atome

- L'atome est l'unité de base qui entre dans la constitution de la matière.
- L'atome est consititué d'un noyau central composé de protons (charges positives) et de neutrons (aucune charge), entouré d'électrons (charge négative) qui gravitent autour du noyau.
- Toute la masse est concentrée dans le noyau, les électrons ayant une masse négligeable.
- La masse atomique d'un atome = la masse du noyau = nombre de protons + le nombre de neutrons.
- Chaque atome possède un numéro atomique qui est donné par le nombre de protons.

Voici le modèle simplifié de l'atome :



Un noyau est constitué de Z protons et de N neutrons.

La paire Z et A caractérise un atome.

On le symbolise par :



1-2/ Définition de la radioactivité naturelle

Il s'agit d'un phénomène naturel par lequel des noyaux atomiques instables se transforment spontanément en d'autres atomes en émettant simultanément des particules de matière et de l'énergie.

La radioactivité naturelle a été découverte par Henri Becquerel en 1896,

La radioactivité modifie la composition du noyau atomique et, par conséquent, la nature de l'atome.

Pour quantifier la radioactivité d'une source radioactive, on mesure son activité, c'est-à-dire le nombre de désintégrations qu'elle produit par unité de temps.

Une unité d'activité est le Becquerel, noté Bq.

Un Becquerel correspond à une désintégration par seconde, quelle que soit la nature de cette désintégration (alpha, bêta, gamma, …).

Dans la nature, on rencontre différents radionucléides naturels qui en désintégrant émettent des rayonnements radioactifs :

Le radon 222 (un gaz radioactif résultant de la désintégration de l'uranium 238), le potassium 40, l'uranium 238, l'uranium 235 et thorium 232, le carbone 14.

1-3/ Modes d'action des sources radioactives

- Le radon 222 peut être inhalé (poumons) ou ingéré s'il est dissous dans certaines eaux

minérales (activité de 10 Bq/L).

- Pour le carbone 14 et le potassium 40, ces éléments radioactifs sont ingérés, car présents dans les aliments consommés.
- On parle de contamination lorsque les radioéléments sont absorbés par l'organisme et se désintègrent en son sein.
- Aussi, les sources radioactives peuvent être incorporées à l'organisme, qui devient lui-même une source radioactive.
- Un humain présente une activité moyenne de 120 Bq/kg.
- Pour un Homme de 70 kg : 4500 Bq concernent le potassium 40 et 3700 Bq proviennent du carbone 14.

1-4/ Isotopes stables et isotopes radioactifs : l'exemple du carbone

Les isotopes sont des d'atomes d'un même élément qui se distinguent seulement par leur nombre de neutrons .

Les isotopes d'un même élément gardent en effet le même nombre de protons et d'électrons.

Les isotopes possèdent aussi les mêmes propriétés chimiques.

Les isotopes d'un même élément présentent cependant des propriétés physiques différentes en ce qui concerne leur radioactivité.

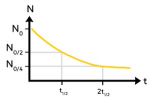
Exemple:

- Deux isotopes du carbone . le carbone 12 (12C) comporte 6 neutrons. le carbone 14 (14C) comporte 8 neutrons.
- Le carbone 12 est stable. C'est celui que l'on a l'habitude d'appeler tout simplement carbone .
- Quant au carbone 14, c'est un isotope radioactif , on le qualifie de fait de « radionucléide » ou de « radio-isotope ».

I- La radioactivité naturelle

1-5/ Notion de période radioactive ou demi-vie ($T_{1/2}$)

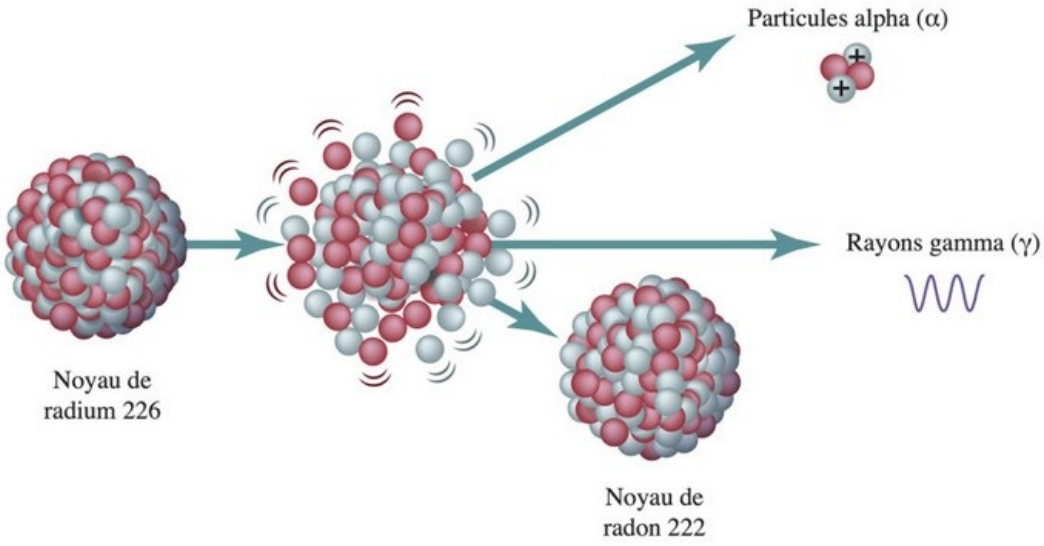
C'est la durée au bout de laquelle le nombre de radionucléides présents dans l'échantillon de matière radioactive est réduit de moitié.

Si l'on observe un échantillon de matière radioactive, au bout d'un temps $T_{1/2}$, cet échantillon aura perdu la moitié de sa matière, et il ne restera plus que la moitié de la matière initiale.	

I- La radioactivité naturelle

1-6/ Désintégration ou décroissance radioactive

Transformation du noyau d'un atome, par émission ou capture d'énergie, en un autre noyau de caractéristiques différentes.



II- La radioactivité artificielle

2-1/ Découverte de la radioactivité artificielle

- En 1934, en bombardant une feuille d'aluminium avec des noyaux d'hélium, Frédéric et Irène Joliot Curie synthétisent un isotope radioactif du phosphore (Phosphore 30).
- Alors que l'isotope naturel (Phosphore 31) est stable, le phosphore 30 a une faible durée de vie, de quelques minutes.
- Il émet en se désintégrant une particule alors inconnue à l'époque, le positon (ou positron, ou anti-électron).
- Lla radioactivité artificielle consiste à synthétiser des noyaux radioactifs de durées de vie trop courtes pour exister dans la nature.
- Souvent, ces radionucléides sont émetteurs de positons.

2-2/ Utilisations des produits radioactifs

Production de l'énergie électrique

La dégradation de l'uranium dans des stations nucléaires permet la libération d'une énergie qui élève la température de l'eau dans la station, l'eau s'évapore et fait tourner la turbine d'un alternateur pour produire de l'énergie électrique; on contrôle les différentes réactions par des bâtons de contrôle qui absorbent les neutrons issus de la dégradation.

L'énergie nucléaire contribue par 17 % à la production de l'électricité mondiale.

Datation absolue

La désintégration radioactive de certains éléments radioactifs contenus dans les êtres vivants ou dans les roches permet de dater celles-ci. et ce en comparant le reste de la radioactivité dans l'échantillon à dater avec une mesure de la radioactivité d'un échantillon témoin de la même nature.

On utilise le carbone 14 pour dater des durées ne dépassant pas 40000 ans, car la demi vie de ce carbone est de 5730 ans;

pour des durées très longue, on utilise l'uranium (exemple : datation des roches)

Stérilisation et conservation des aliments

On utilise les radiations gamma et X pour :

- Stériliser les produits alimentaires et augmenter la durée de leur conservation.
- Inhiber la germination des graines et augmenter leur résistance aux maladies et aux parasites.
- Stériliser les outils et moyens médicaux difficiles à stériliser par la chaleur ou par les produits chimiques.

Domaine médical

Les radiations sont utilisées dans :

- La radiographie médicale pour la consultation et le diagnostic des maladies.
- Les analyses nucléaires pour mesurer le taux de produits dans le sang ou dans les organes.
- La radiothérapie pour détruire les cellules cancéreuses.

La recherche scientifique

- Utilisation du marquage radioactif par des produits radioactifs pour poursuivre le devenir de certaines molécules dans les cellules ;
- Utilisation des produits radioactifs dans la recherche agronomique pour produire des mutations chez certaines graines ou végétaux afin d'augmenter leur rendement.