

Décroissance radioactive (chapitre 5 de Physique)



Historique :

- *1896 : BECQUEREL (physicien français) découvre que des sels d'uranium entreposés dans un tiroir fermé impressionnent des plaques photographiques placées au voisinage. Il en déduit que ces sels produisent un rayonnement, c'est la naissance de la radioactivité.
- *1898 : Pierre et Marie CURIE découvrent deux autres corps ayant les mêmes propriétés (radioactives) : Le polonium et le radium (Prix Nobel de Physique en 1903 partagé avec Henri Becquerel pour la découverte de la radioactivité).
- *1910 : RUTHERFORD (G.B) découvre la nature de ces rayonnements .
- * 1934 : Irène (fille de Pierre et Marie Curie) et Frédéric JOLLIOT-CURIE découvre la radioactivité artificielle, encore appelée radioactivité provoquée, ce qui leur valut le prix Nobel de chimie en 1935.

I°) Le noyau de l'atome :

1°) **Les nucléides** : Les 3 particules élémentaires constituant le noyau sont

particule	proton	neutron	électron
Charge	+e	0	-e
Masse (kg)	$1,67.10^{-27}$	$1,67.10^{-27}$	$9,1.10^{-31}$
notation	e	n	e

Rappel :

A (nombre de masse = nb de nucléons, $A = Z + \dots$)
X (symbole de l'élément
Z (numéro atomique= nb de

Remarques : - Un élément est constitué par l'ensemble des particules, atomes et ions monoatomiques, ayant le même numéro atomique Z.

- Z représente le nombre de protons contenus dans le noyau mais pas le nombre d'e⁻ présents dans un ion (ex : l'atome de chlore a protons, Electrons alors que l'ion chlore (Cl⁻) a protons mais électrons.

Définitions :

*un **nucléide** est l'ensemble des espèces ayant le même noyau (.....)

ex : $^{27}_{13}\text{Al}$ et $^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$ appartiennent au même nucléide

* deux **isotopes** sont des espèces qui ont le même nombre de protons mais un

ex : $^{12}_6\text{C}$ et $^{14}_6\text{C}$; $^{16}_8\text{O}$ et $^{17}_8\text{O}$ et $^{18}_8\text{O}$

Ils ont les mêmes propriétés chimiques (car même nombre) mais des masses différentes (car un différent.

II°) La radioactivité :

1°) Stabilité des noyaux :

Au sein d'un noyau (contenant les), les répulsions électriques entre les protons chargés positivement devraient conduire à l'..... En fait, il existe une interaction plus forte entre ces particules (interaction attractive) qui prédomine devant l'interaction électrique, c'est l'interaction qui assure la cohésion du noyau.

Définitions :

Un noyau **radioactif** est un **noyau instable dont la désintégration** (destruction) est aléatoire et s'accompagne de:

- l'apparition d'un nouveau noyau,
- l'émission d'une particule notée α , β^- ou β^+ (voir plus loin)
- l'émission d'un rayonnement électromagnétique noté γ . Cette émission de rayonnement γ n'est pas systématique mais extrêmement fréquente.

La radioactivité est une réaction dite nucléaire car elle concerne le noyau de l'atome par opposition aux réactions chimiques qui ne concernent que le cortège électronique sans modifier le noyau.

2°) Propriétés de la désintégration :

La désintégration radioactive est

- aléatoire: Il est impossible de prévoir l'instant où va se produire la désintégration d'un noyau radioactif ([voir TP radioactivité](#)),
- spontanée: la désintégration se produit sans aucune intervention extérieure,
- inéluctable: un noyau radioactif se désintégrera tôt ou tard,
- indépendante des paramètres extérieurs tels que la pression ou la température.

3°) Vallée de stabilité des noyaux :(voir livre p 85) :

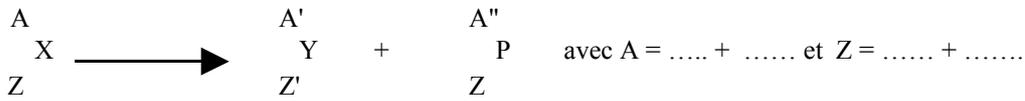
Lorsque l'on range tous les noyaux connus dans un repère tel que celui présenté ci-contre, il apparaît quatre zones:

- Une **zone noire** dans laquelle apparaissent les noyaux Cette zone est appelée **vallée de stabilité**. On remarquera que pour $Z \leq 30$ les noyaux stables sont situés sur la première bissectrice (ou dans son voisinage immédiat) ce sont donc des noyaux pour lesquels
- Une **zone jaune** dans laquelle se situent des noyaux donnant lieu à une radioactivité de type α . Ce sont des noyaux (N et Z sont grands donc A est grand),
- Une **zone bleue** dans laquelle se situent des noyaux donnant lieu à une radioactivité de type β^- . Ce sont des noyaux qui présentent un excès de par rapport aux noyaux stables.
- Une **zone orange** dans laquelle se situent des noyaux donnant lieu à une radioactivité β^+ . Ce sont des noyaux qui présentent un excès de par rapport aux noyaux stables.

4°) Différents types de radioactivité (où comment rejoindre la vallée de stabilité pour un noyau radioactif ?) :

a°) Lois de conservation :

Lors d'une désintégration, un noyau père X donne naissance à un noyau fils Y avec émission d'une particule P :



Nous devons avoir **conservation du nombre de masse (A) et du**

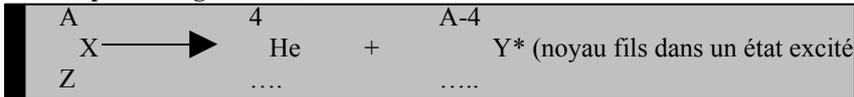
b°) La radioactivité alpha :

La particule α est un noyau **d'Hélium** $\begin{matrix} 4 \\ \text{He} \end{matrix}$

Ce type de radioactivité concerne essentiellement les noyaux lourds (Pu :, Ra :).

Ces particules provoquent l'ionisation de la matière qu'elles rencontrent (donc dangereuses). Elles sont peu pénétrantes. Une feuille de papier suffit à les arrêter.

Expression générale :

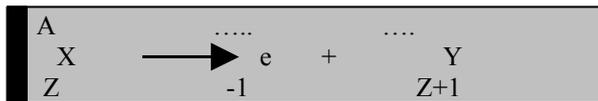


En réalité, la radioactivité α s'accompagne **souvent** d'un rayonnement électromagnétique γ . On explique l'émission de ce rayonnement en considérant que le noyau fils possède un excédent d'énergie. Il se désexcite en émettant un rayonnement γ qui emporte cet excédent d'énergie.

c°) la radioactivité bêta moins :

La radioactivité β^- s'observe quand le noyau père possède un excès de neutrons par rapport au noyau stable (voir vallée de stabilité)

La particule β^- est un **électron** $\begin{matrix} \dots \\ e \\ -1 \end{matrix}$



Les particules β^- (électron) sont assez peu pénétrantes. Elles sont arrêtées par quelques millimètres d'aluminium. Comme dans la radioactivité α , le noyau fils peut posséder un excédent d'énergie et ainsi se trouver dans un état excité ; ce qui entraîne l'émission d'un rayonnement γ .

Cet électron qui est expulsé n'existe pas dans le noyau. Il s'agit de la transformation d'un neutron excédentaire en proton et électron :



d°) la radioactivité bêta plus :

La radioactivité β^+ est une deuxième forme de radioactivité β , découverte par Irène et Frédéric JOLIOT-CURIE. Elle s'observe quand le noyau père possède un excès de protons. Les particules émises sont des positons e^+ , encore appelées particules β^+ . Le positon est l'antiparticule de l'électron.

Vocabulaire : A chaque particule est associée une antiparticule : celle-ci a même masse que la particule et une charge de signe opposé .

Au proton ($\begin{matrix} \dots \\ P \\ \dots \end{matrix}$) est associé l'antiproton ($\begin{matrix} \dots \\ \bar{P} \\ \dots \end{matrix}$), à l'électron ($\begin{matrix} \dots \\ e \\ \dots \end{matrix}$), le positon ($\begin{matrix} \dots \\ e^+ \\ \dots \end{matrix}$).

Cette radioactivité β^+ s'accompagne souvent d'un rayonnement γ et d'un neutrino $\bar{\nu}$ (antiparticule de l'antineutrino ν).

Dans ce cas l'équation-bilan d'une **désintégration β^+** s'écrit :

