

Chap 4 : La radioactivité

I) L'atome :

1) Modèle de l'atome (rappels) :

Un atome est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons.

Le noyau est constitué de particules appelées nucléons : neutrons et protons.

2) Caractéristiques d'un noyau d'atome :

La représentation symbolique du noyau d'un atome est : $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X$

Ø X est le symbole de l'élément chimique.

Ø Z est le nombre de protons, appelé numéro atomique et aussi nombre de charge.

Ø A est le nombre de nucléons, aussi appelé nombre de masse.

Ø $N = A - Z$ est le nombre de neutrons .

3) Isotopes :

Des noyaux sont appelés isotopes si ils ont le même nombre de protons Z mais des nombres de nucléons A différents.

Exemple : ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ et ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ sont des isotopes du chlore.

II) Stabilité du noyau atomique :

1) Forces agissant dans le noyau : (rappels)

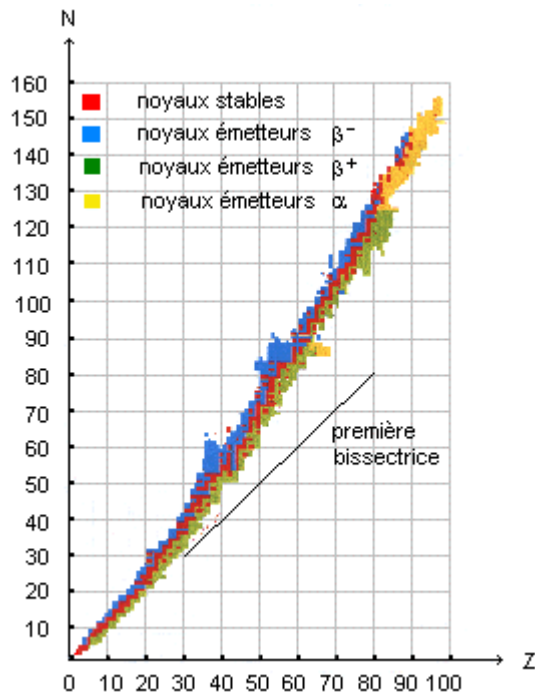
Dans un noyau atomique, il existe des forces électrostatiques répulsives entre les protons, des forces gravitationnelles négligeables entre les nucléons et des forces nucléaires attractives d'interaction forte à courte portée (10⁻¹⁵ m) entre les nucléons qui assurent la cohésion de certains noyaux.

2) Stabilité du noyau :

Sous l'action des différentes forces en présence, certains noyaux sont stables (ils ont une grande durée de vie) et d'autres sont instables (ils se détruisent rapidement).

Parmi les 1500 noyaux connus, seuls 260 sont stables.

3) Vallée de stabilité des noyaux :



On peut classer tous les noyaux connus dans un graphique appelé diagramme de Segré, représentant le nombre de neutrons N en fonction du nombre de protons Z .

On distingue 4 zones de couleurs différentes :

Ø * Une zone centrale rouge appelée vallée de stabilité est constituée des noyaux stables.

On note que pour $Z < 30$ les noyaux stables sont situés près de la première bissectrice, où $N = Z$.

Ø * Une zone jaune où se situent des noyaux donnant lieu à une radioactivité de type α . Ce sont des noyaux lourds (A est grand).

Ø * Une zone bleue où se situent des noyaux donnant lieu à une radioactivité de type β^- . Ce sont des noyaux qui présentent un excès de neutrons par rapport aux noyaux stables de même nombre de masse A.

Ø * Une zone verte où se situent des noyaux donnant lieu à une radioactivité β^+ .

Ce sont des noyaux qui présentent un excès de protons par rapport aux noyaux stables de même nombre de masse A. Les forces électrostatiques entre protons sont plus fortes que les forces nucléaires entre nucléons.

III) Radioactivité (découverte par Henri Becquerel en 1896):

1) Définition :

Un noyau radioactif est un noyau instable dont la désintégration (destruction) provoque l'apparition d'un nouveau noyau, l'émission d'une particule notée α , β^- ou β^+ , et fréquemment l'émission d'un rayonnement électromagnétique noté γ .

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, on ne peut pas prévoir quand va se produire la désintégration d'un noyau. Elle est spontanée, elle se produit sans aucune intervention extérieure. Elle ne dépend ni de son environnement chimique, de l'espèce chimique qui contient le noyau radioactif ; ni des conditions extérieures (pression ou température).

3) Lois de conservation :

Lois de Soddy : Lors d'une désintégration nucléaire, il y a conservation du nombre de protons Z et du nombre de nucléons A

La désintégration d'un noyau X (appelé noyau père) conduit à un noyau Y (appelé noyau fils) et à l'expulsion d'une particule P (particule α ou β).

L'équation de la désintégration s'écrit
$${}^A_Z X \rightarrow {}^{A1}_{Z1} Y + {}^{A2}_{Z2} P$$

Les lois de conservation de Soddy s'écrivent:

- Ø Loi de conservation du nombre de nucléons A : $A = A1 + A2$
- Ø Loi de conservation du nombre de charges Z : $Z = Z1 + Z2$

4) Radioactivité α :

a) Définition :

Des noyaux sont dits radioactifs α s'ils émettent des noyaux d'hélium ${}^4_2 \text{He}$.
Le noyau de l'atome d'hélium porte deux charges positives. On ne les représente pas.

b) Equation de la réaction de désintégration α :

D'après les lois de conservation de Soddy, l'équation s'écrit :
$${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \text{He}$$

La radioactivité α concernent les noyaux lourds ($A > 200$)

Ex : L'uranium 238 est un noyau radioactif α :
$${}^{238}_{92} \text{U} \rightarrow {}^{234}_{90} \text{Th} + {}^4_2 \text{He}$$
 (noyau fils : thorium)

Le radon 222 est un noyau radioactif α :
$${}^{222}_{86} \text{Rn} \rightarrow {}^{218}_{84} \text{Po} + {}^4_2 \text{He}$$
 (noyau fils : polonium).

c) Caractéristiques de la particule α :

Ces particules sont arrêtées par quelques centimètres d'air ou par une feuille de papier, mais elles

sont très ionisantes et donc dangereuses.

5) Radioactivité β^- :

a) Définition :

Des noyaux sont dits radioactifs β^- - s'ils émettent des électrons ${}^0_{-1}e$.

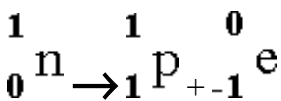
b) Equation de la réaction de désintégration. :

D'après les lois de conservation de Soddy l'équation s'écrit : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e$

Exemple : le cobalt 60 est un noyau radioactif β^- .

Son équation de désintégration s'écrit : ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}e$

Remarque : Il n'y a pas d'électron dans le noyau, mais le noyau peut en émettre en transformant un neutron excédentaire en un électron et un proton suivant le bilan :



Z augmente d'une unité et N diminue d'une unité, A reste constant.

c) Caractéristiques de la particule β^- :

Les particules β^- sont assez peu pénétrantes. Elles sont arrêtées par quelques millimètres d'aluminium.

4) Radioactivité β^+ :

a) Définition :

Des noyaux sont dits radioactifs β^+ s'ils émettent des positons ${}^0_{+1}e$

Ce sont des particules b^+ portant une charge $+e$.

b) Equation de la désintégration :

D'après les lois de conservation de Soddy l'équation s'écrit : ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e$

Exemple : le phosphore 30 est un noyau radioactif β^+ : ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_{+1}^0\text{e}$

Remarque : Cette radioactivité ne concerne que des noyaux artificiels, obtenus par des réactions nucléaires, qui possèdent trop de protons. Un proton excédentaire se transforme en un positon et un

neutron suivant le bilan : ${}_{1}^1\text{p} \rightarrow {}_{0}^1\text{n} + {}_{+1}^0\text{e}$

N augmente d'une unité et Z diminue d'une unité, A reste constant.

c) Caractéristiques de la particule β^+ :

Ces particules ont une durée de vie très courte car lorsqu'elles rencontrent un électron, les deux particules s'annihilent pour donner de l'énergie sous forme d'un rayonnement électromagnétique γ

suivant le bilan : ${}_{-1}^0\text{e} + {}_{+1}^0\text{e} \rightarrow \gamma$

5) Désexcitation γ :

Le noyau fils est en général obtenu dans un état excité (niveau d'énergie élevé), il est noté Y^* . Cet état est instable, le noyau se désexcite en évacuant cette énergie excédentaire, en émettant un rayonnement électromagnétique γ (particules très énergétiques appelées photons).

Equation d'une émission γ : $Y^* \rightarrow Y + \gamma$

©Sciences Mont Blanc

Fiche réalisée par P.Bourton

Pour en savoir plus <http://montblancsciences.free.fr>