

NEUTRON

I- Généralité :

Particule élémentaire (n), électriquement neutre, ayant une **masse** de **1,00898 unités atomiques**. Avec le **proton**, c'est le constituant fondamental des noyaux atomiques.

Le neutron fut découvert par **James Chadwick** en **1932**, à l'aide d'une source de **polonium-béryllium**. Un mélange de ces deux éléments produit un rayonnement capable d'accélérer les protons contenus dans une substance riche en **atomes d'hydrogène** (par exemple : **la paraffine**).

Ce phénomène s'explique par le fait que le polonium (élément **radioactif**) émet des particules (**noyaux d'hélium**) qui frappent les atomes de béryllium et en extraient les neutrons.

Les neutrons vont alors eux-mêmes heurter les noyaux d'hydrogène (protons) et leur communiquer une grande partie de leur **énergie**.

L'absorption d'un neutron par un noyau peut donner lieu à la formation d'un **isotope** stable d'un poids atomique plus grand ou à l'émission de particules chargées ; dans ce dernier cas, on parle de **réaction nucléaire** que l'on note (**n-p**), (**n-d**), (**n-x**), suivant que la particule émise après le choc est un proton, un **deuteron** ou une **particule x**.

Les neutrons peuvent être produits en **bombardant** des noyaux avec des protons ou des deutons dans un accélérateur de particules. D'autres sources de neutrons sont les réacteurs nucléaires dans lesquels la **fission** d'un élément lourd (en général l'**uranium**) produit un grand nombre de ces particules.

Le neutron a un **spin 1/2 en unité h**, ou h est la constante de **Planck** divisée par **2π**, et, comme toutes les particules à spin demi entier, il obéit au principe d'exclusion de **Pauli**. Cette propriété est d'une importance capitale dans l'étude de la structure des noyaux. Bien que neutre électriquement, le neutron possède un moment magnétique de valeur **$\mu_M = -1,913\ 148$ magnéton nucléaire**. Le neutron libre (hors du noyau) n'est pas stable et se désintègre (avec une durée de vie de **15,3 minutes**) en un proton, un électron et un **antineutrino**. Le neutron à l'intérieur d'un noyau stable est stable, alors qu'à l'intérieur d'un noyau instable il se désintègre en un temps qui dépend du noyau considéré.

Actuellement, on estime que le neutron a une structure interne composée de **trois quarks**, plus précisément de **deux quarks d** et un **quark u (udd)**, de façon à maintenir une charge électrique globalement nulle. Cette structure (en quarks) explique pourquoi le neutron, bien qu'étant électriquement neutre, présente des propriétés magnétiques.

II- Réacteurs nucléaires :

Dans les réacteurs nucléaires les neutrons sont classés selon l'énergie qu'ils possèdent, car c'est de ce paramètre que dépend leur comportement à l'intérieur de la matière : on parle de **neutrons lents** pour des énergies inférieures à **1 000 eV (1 KeV)**.

A ce stade, les neutrons sont facilement capturés par les noyaux et peuvent donner lieu à de multiples réactions, par exemple : la production d'éléments radioactifs à partir des isotopes stables correspondants ; d'où l'importance de matériaux (dits **modérateurs**) capables de les ralentir sans les capturer.

Les « **modérateurs** » doivent avoir une section efficace de capture plutôt faible, de façon à ralentir les neutrons sans les absorber, et doivent être constitués de noyaux plutôt légers, capables de ralentir les neutrons par des impacts peu nombreux.

En effet, les **lois** régissant les chocs élastiques prévoient un plus grand transfert d'énergie de la particule incidente à la particule cible lorsque leurs masses sont comparables. L'**eau**, l'**eau lourde**, le **béryllium** et le **graphite** sont de bons modérateurs.

Quand les neutrons sont ralentis au point que leur énergie soit égale à l'énergie cinétique moyenne d'agitation moléculaire de la substance modératrice, on parle de **neutrons thermiques**.

Cette énergie dépend exclusivement de la température, et vaut **kT**, où **k** est la constante de **Boltzmann** et **T** la température exprimée en **Kelvin**.

Avec une énergie plus grande (**1 à 500 KeV**), on parle de **neutrons intermédiaires**, puis de **neutrons rapides** (plus de **500 KeV**). A ces niveaux d'énergie, la section efficace de capture varie en proportion inverse de la **vitesse**.