

LA MATIERE

ANNEXES

ANNEXE 4:

Le monde des particules

LES HADRONS

Généralités :

Ils subissent toutes les interactions.

Les hadrons sont composés de constituants plus petits, baptisés quarks.

Les hadrons peuvent avoir des spins de 0, $\frac{1}{2}$, 1, ou plus.

Tous les hadrons, à l'exception des protons et des neutrons, sont instables et se désintègrent en d'autres hadrons.

Les hadrons forment un ensemble de n quarks et m antiquarks liés entre eux. Il existe une relation à laquelle doivent satisfaire ces nombres : $n - m = 3B$, où le nombre B , appelé nombre baryonique, doit être entier ou nul.

Lorsque $B = 0$, on obtient les mésons, contenant autant de quarks que d'antiquarks. Par exemple, le pion π^+ contient un quark u et un antiquark d . Jusqu'à ce jour, seuls ont été observés des mésons à un quark et un antiquark, mais rien n'interdit l'existence de mésons à deux quarks et deux antiquarks, voire plus.

Lorsque $B = 1$, on obtient les baryons. Les plus simples sont constitués de trois quarks, et ce sont les seuls qui aient été observés. Ainsi, le proton comporte deux quarks u et un quark d , alors que le neutron est formé de deux quarks d et d'un quark u . On peut cependant imaginer des baryons formés de quatre quarks et un antiquark.

Constitution :

La famille des hadrons comprend :

- Les Baryons :

° Les Nucléons : Protons et Neutrons.

° Les Hypérons : Delta (δ), lambda (λ), sigma (σ), xi (ξ), oméga (ω).

Les baryons sont constitués de 3 quarks. Ce sont des particules lourdes.

Les nucléons ont une étrangeté nulle. Les hypérons ont une étrangeté non nulle.

Les baryons subissent tous des interactions fortes.

° Les protons :

Les protons forment, avec les neutrons, les noyaux des atomes. On les appelle aussi les nucléons.

Ils sont formés de 3 quarks : Deux quarks u (up) et d'un quark d (down).

Les protons ont une charge électrique positive égale à celle de l'électron.

Le nombre de protons d'un noyau est égal au nombre d'électrons qui gravitent autour du noyau.

Masse d'un proton = 1.6×10^{-24} g (1836 fois plus grande que celle d'un électron).

Diamètre d'un proton = 10^{-13} cm.

Charge d'un proton = $+ 1.6 \times 10^{-19}$ coulomb (égale à celle de l'électron en valeur absolue).

Le spin est = $\frac{1}{2}$.

Dans la transformation d'un proton en neutron, il y a éjection d'un positon β^+ .

L'antiproton est un proton de charge -. L'antiproton est stable dans le vide et ne se désintègre pas spontanément.

La rencontre d'un proton et d'un antiproton forme 2 mésons.

La rencontre d'un neutron avec un antiproton forme des mésons.

Les dernières études tendent à montrer que les protons peuvent prendre différentes formes suivant l'agitation des quarks qui les composent.

De la forme sphérique lorsqu'ils sont au repos, lorsqu'ils s'agitent ils déforment le proton, et ceci d'autant plus que leur vitesse se rapproche de celle de la lumière.

° Les neutrons :

Les neutrons forment, avec les protons, les noyaux des atomes. On les appelle aussi les nucléons.

Ils sont formés de 3 quarks : Deux quarks d (down) et d'un quark u (up).

Les neutrons sont des particules de charge neutre.

Masse d'un neutron = 1.6×10^{-24} g (très voisine de celle d'un proton).

Diamètre d'un neutron = 10^{-13} cm (très voisine de celle d'un proton).

Le spin est = $\frac{1}{2}$.

Dans la transformation d'un neutron en proton, il y a éjection d'un négaton β^- .

Une fois expulsé du noyau, le neutron est instable et se désintègre pour former un proton, un électron et un neutrino.

L'antiparticule d'un neutron, appelée antineutron, a la même masse, le même spin et présente le même taux de désintégration bêta. Ces particules sont parfois produites dans les collisions entre antiprotons et protons, et elles possèdent un moment magnétique égal mais opposé à celui du neutron.

° Les hypérons :

Les hypérons sont de très lourdes particules qui se désintègrent en protons et neutrons.

Leur spin = $\frac{1}{2}$, sauf $\omega = \frac{3}{2}$.

- Les Mésons :

On distingue les mésons Pi ou pion (π), kaon (k), D, Ds, B, mu (μ), thêta (θ), pi (π), tau (τ), et x.

Les mésons sont constitués d'un quark et d'un antiquark.

Ils regroupent des particules légères.

Leur charge est +, - ou neutre.

Leur masse est quelques centaines de fois celle de l'électron.

Certains ont une taille 1000 fois supérieure à celle de l'électron. Le spin est = 0.

Ces particules sont très instables. Leur vie moyenne est de l'ordre du millionième de seconde.

Les mésons pi (π) proviennent des chocs entre des nucléons.

Les mésons mu (μ) proviennent de la désintégration des méson pi (π).