

# INTERACTION

## I- Généralité :

En **physique**, terme désignant une situation au cours de laquelle deux ou plusieurs **corps** exercent sur chacun d'entre eux des **influences réciproques**.

L'exemple typique est celui de l'interaction gravitationnelle : des corps dotés de **masse** exercent les uns sur les autres des **forces attractives** décrites par les de Newton (par exemple : le **système Terre-Lune**).

L'énergie d'interaction désigne le **travail** qu'il faut accomplir pour éloigner deux corps en interaction, jusqu'à une distance (en général **infinie**) où l'on considère qu'ils exercent plus de forces réciproques entre eux.

Le **mouvement** d'un **système** peut être décrit par le **formalisme** hamiltonien ou bien à l'aide des équations de **Langage**. La connaissance de l'énergie d'interaction **H in n** est d'une importance fondamentale, dans les deux approches, pour le calcul de la **dynamique** du **système**.

Tous les phénomènes physiques observés semblent pouvoir se ramener à **quatre interactions** : **gravitationnelle, électromagnétique, nucléaire forte** et **nucléaire faible**.

Les interactions naturelles s'effectuent par échange de **quanta** dits d'action (c'est tout au moins ce que prévoit la **théorie quantique des champs**).

Le **quantum** de l'interaction gravitationnelle serait le **graviton**, dont l'existence n'est pas encore démontrée ; le **quantum** de l'interaction nucléaire forte est le **pion** (ou **méson  $\pi$** ) dont la masse est inversement proportionnelle à l'inverse du rayon d'action de la force ; les **quanta** de l'interaction faible sont les **bosons intermédiaires** ; ceux de l'interaction électromagnétique les **photons**. Les récents résultats expérimentaux dans le domaine de la physique des hautes énergies ont démontré que les interactions fondamentales ont une structure extrêmement complexe.

## II- Interaction gravitationnelle :

Elle est décrite par la **loi** de **Newton** et est toujours attractive. Il est donc possible de connaître **H int** et d'en déduire la dynamique des systèmes régis uniquement par la force gravitationnelle ; cette interaction est décrite dans le cadre de la **relativité** générale comme une courbe de l'**espace-temps** ;

une des conséquences importantes de cette théorie est que la masse d'un objet donné dépend de sa **vitesse** et est reliée à l'**énergie** par la relation d'**Einstein** ( $E = mc^2$ ).

### III- Interaction électromagnétique :

La loi de force est connue (**force de Lorentz**). Les forces correspondantes sont comme les forces gravitationnelles s'exerçant à distance, et peuvent être, selon le signe des charges, répulsives (si les charges sont de même signe) ou attractives (charges de signes opposés). Les corps naturels apparaissent électriquement neutres à cause de la compensation entre les effets des deux types de charge.

L'interaction électromagnétique est responsable de la structure des atomes, des molécules ainsi que des différents états de la matière dite froide (qui exclut les **plasmas**).

La charge électrique ne varie pas avec la vitesse, cependant elle joue le même rôle que la masse gravitationnelle, puisque l'énergie d'interaction contient toujours en facteur de charge électrique élémentaire **e** (en général, l'énergie électromagnétique peut s'écrire  $H_{int} = e^2 F_e$ , où **F<sub>e</sub>** est une fonction qui dépend du temps de la géométrie, de la dynamique du système).

### IV- Interaction nucléaire forte :

L'expression n'est pas connue ; c'est donc sur la structure de  $H_{int}$  que portent les observations expérimentales. Cette interaction est responsable de la stabilité et de la cohésion des noyaux atomiques, dont les rayons sont environ **cent mille fois** plus petits que les rayons atomiques.

On peut donc supposer que ces interactions sont très intenses et attractives à des distances de l'ordre du rayon des noyaux, et qu'elles doivent devenir répulsives à des distances encore plus courtes afin d'empêcher l'« **effondrement** » du noyau sur lui-même. En écrivant, par **analogie** avec les formules précédentes, l'énergie d'interaction du noyau sous la forme  $H_{int} = f_2 F_N$  on trouve que le facteur **f<sub>2</sub>** doit être beaucoup plus grand que **e<sup>2</sup>** : c'est la raison pour laquelle on parle d'**interaction forte**.

Elle agit entre les constituants des noyaux atomiques (**neutrons** et **baryons**) ainsi qu'entre les baryons (le nombre baryonique étant l'équivalent de la charge électrique et de la masse pour l'interaction forte : une particule de nombre baryonique nul n'exercera ni ne subira cette interaction).

## V- Interaction nucléaire faible :

La loi de force de ce type d'interaction, n'est pas non plus connue, mais en écrivant le potentiel d'interaction faible sous la forme :  $H_{int} = g^2 F_w$  la **phénoménologie** montre que  $g^2 \ll e^2$  (ce qui signifie que les forces sont « **faibles** »).

Cette interaction est responsable de la **désintégration bêta** de certains noyaux (processus par lequel le noyau émet spontanément un **électron** ou un **positron**) ; elle a en outre un rôle déterminant dans les processus d'**évolution** de l'**Univers**.