

NOYAU ATOMIQUE

I- Généralité :

Partie centrale de l'**atome**, dans laquelle est concentrée toute la **charge positive** et pratiquement toute la **masse** de l'atome.

Les **dimensions nucléaires** sont de l'ordre de **10-13 cm**, alors que les dimensions atomiques sont de l'ordre de **10-8 cm**.

La charge du noyau atomique est, en valeur absolue, égale à un multiple entier de la charge de l'**électron** ; ce multiple s'appelle **numéro atomique** et se note **Z**.

On trouve à l'état naturel des noyaux atomiques dont le numéro atomique peut aller jusqu'à **90** ; en laboratoire, il est possible d'en produire avec un **Z** encore plus grand, mais il s'agit de noyaux beaucoup plus instables qui se transforment rapidement par **désintégration radioactive**.

Les noyaux naturels dont le **Z** dépasse **82** sont également instables ; le noyau atomique stable le plus lourd est celui du **plomb**.

Le noyau atomique de l'**hydrogène (Z = 1)** s'appelle **proton (Rutherford, 1919)** ; la masse des noyaux est approximativement égale à un multiple entier **A** de la masse des protons, ce qui a laissé penser que les noyaux étaient essentiellement constitués de protons, liés par une **force** qui s'oppose à la force **électrostatique**. Mais puisque le **nombre de masse A** est supérieur au numéro atomique **Z**, le noyau atomique ne peut être composé uniquement de protons.

Dans un premier temps, on a pensé que le noyau atomique était constitué de **A** protons et **A - Z** électrons, de façon à rendre égaux le **bilan** des masses et celui des charges ; mais cette hypothèse s'est révélée très vite en contradiction avec les **faits expérimentaux** et dû être abandonnée.

Le problème des constituants du noyau ne fut résolu qu'avec la découverte du **neutron (Chadwick 1932)**, particule de masse à peine supérieure à celle du proton, mais électriquement neutre.

Un noyau atomique de numéro de masse **A** est donc constitué de **Z** protons et de **N** neutrons, avec **A = Z + N**.

Le numéro atomique est celui qui détermine les propriétés chimiques d'un atome. Tous les atomes avec le même **Z** appartiennent au même élément chimique et donc partagent la même case dans le tableau des éléments de **Mendeleïev**. D'où le nom d'**isotope** donné aux noyaux atomiques de même **Z** et de **A** différent.

Ainsi, il existe trois isotopes de l'**hydrogène** ($Z = 1$), auxquels correspondent respectivement les noyaux de l'**hydrogène**, du **deutérium** et du **tritium**.

Pour indiquer les isotopes d'un élément, on écrit le symbole chimique de cet élément avec deux **indices** pour A et Z soit **AZX**. Aussi le deutérium se note-t-il **2.1 H** .

Dans la nature, on trouve des isotopes de la plupart des éléments chimiques ; d'autres isotopes peuvent être produits en laboratoire pour des emplois divers.

Le problème de la structure nucléaire est l'interprétation des propriétés des noyaux atomiques en termes d'**interaction** entre protons et neutrons.

Les forces qui s'exercent entre ces particules ne sont pas parfaitement connues, bien que l'on soit sûr de leurs caractéristiques essentielles : elles sont pratiquement égales pour les couples **proton-neutron** et **neutron-proton (indépendance de charge)**. C'est une des raisons pour lesquelles on pense que le proton et le neutron sont essentiellement la même particule, nommée **nucléon**, qui se présente sous deux états avec des charges différentes.

Les forces entre nucléons sont très grande, mais de très courte portée. Les forces nucléaires étant très intenses, les énergies de liaison sont très importantes ; c'est pour cette raison que dans les réactions nucléaires, il est possible de libérer des énergies très supérieures à celles que l'on obtient lors des réactions chimiques.

De par la relation entre masse et énergie prévue par la théorie de la relativité, l'existence d'une énergie de liaison implique que la masse d'un noyau soit inférieure à la somme des masses des nucléons qui le composent ; le **défaut de masse** peut être aisément mesuré, et l'on observe en première approximation qu'il est proportionnel au nombre de nucléons.

L'énergie de liaison n'est pas suffisante pour garantir la stabilité de certains noyaux. On observe alors des transitions radioactives, qui consistent en l'émission de **particules x (noyaux d'hélium)** ou **B (électrons)**, le noyau initial se transformant en conséquence pour donner un noyau final plus stable.

Ces phénomènes de transitions radioactives sont souvent accompagnés d'émission d'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique (**émission γ**).

II- Modèles nucléaires :

Ce sont des modèles théoriques de la **structure** des noyaux. La nécessité de recourir à des modèles tient à la complexité de la structure nucléaire et au manque de connaissances que l'on a sur l'interaction entre proton et neutron.

Le problème est compliqué du fait grand nombre de particules qui composent le noyau ; la résolution des **équations du mouvement** pour un système composé de trois particules est déjà un problème extrêmement difficile, mais, quand il s'agit d'un noyau contenant **plusieurs dizaines** de protons et de neutrons, il devient indispensable d'adopter des hypothèses qui simplifient le problème.

La méthode d'approximation choisie est liée à la connaissance expérimentale que l'on a dans chaque cas du comportement des noyaux et au type de phénomène que l'on veut interpréter.