

Modelos Nucleares

1- Introdução

Logo após a descoberta dos raios X em tubos de raios catódicos, por Roentgen, o físico francês Antoine Henri Becquerel também interessou-se pelo assunto. Em 1896, ele envolveu uma amostra de sulfato duplo de potássio e urânio em uma placa fotográfica e constatou que esta era fortemente sensibilizada mesmo quando protegida à exposição luminosa. Com essa experiência, observou-se a mesma propriedade dos raios X de Roentgen de impressionar chapas fotográficas envolvidas por materiais opacos à luz.

Em 1898, Marie Curie deu ao fenômeno, observado por Henri Becquerel com sal de urânio, o nome de radioatividade. O casal Pierre e Marie realizou uma série de experimentos envolvendo outras substâncias que apresentam esse mesmo fenômeno, como polônio, actínio e rádio, sendo este o que inspirou o nome do fenômeno.

No início do século XX, Rutherford classifica como α , β e γ os raios emitidos pelos núcleos radioativos, de acordo com a capacidade de penetração na matéria e ionização do ar.

Deve-se a Rutherford a descoberta que as partículas α são núcleos de átomo de Hélio. Logo descobre-se que os raios β são partículas carregadas (elétrons, ou pósitrons) criadas nos núcleos dos átomos. Enquanto, os raios γ são formas de radiação eletromagnética de comprimentos de onda muito pequenos.

Experiências de espalhamento de partículas α por átomos, executadas por Geiger e Marsden, em 1911, mostraram que os raios nucleares variavam de 1 a 10 fentômetros ($1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$). Em 1928, essa radioatividade passou a ser observada como um fenômeno quântico de penetração de barreira.

Em 1932, o nêutron é descoberto por Chadwick, o pósitron por Anderson, e a primeira reação nuclear em aceleradores de partículas é observada por Cockcroft e Walton.

2- Composição dos Núcleos

Em 1913, H. Mosley realizou experimentos com espectros de raios X e revelaram que a carga nuclear é o produto da carga de um próton com número atômico Z que é, aproximadamente, a metade da massa A . Todavia, temos um caso específico com hidrogênio cujo $Z=A$, já que ele tem apenas um próton e um elétron.

Em 1920, Rutherford propôs a existência de partículas neutras no núcleo, sendo chamadas de nêutrons. Já em 1932, J. Chadwick, confirma experimentalmente a existência dessas partículas e propõe que o número atômico relacionado a massa (**A**) envolva nêutrons (**N**) e prótons (**Z**), de forma que:

$$N+Z = A \quad (15.1)$$

A ideia de que os nêutrons não sejam formados pelas partículas já conhecidas até então, não impede que os processos de aniquilação de nêutrons crie elétrons. Como veremos, não só é possível como é responsável pela emissão β por núcleos de átomos radioativos.

Com base nisso, conclui-se que os núcleos atômicos são formados por prótons e nêutrons. Ambas com spin meio ($1/2$) e, como já falado, carregado positivamente e neutro. As massas, com mesma ordem de grandeza são dadas por:

$$M_p = 938,27231 \text{ M}_e V/C^2 \qquad M_n = 939,56563 \text{ M}_e V/C^2 \qquad (15.2)$$

De fato, ambos têm características praticamente idênticas que, por causa disso, são genericamente denominadas de *nucleons*. Cada um deles tem momento magnético associado com seu spin dado em termos do magnéton nuclear

$$\mu_n = \frac{m_e}{M_p} \mu_B \qquad (15.3)$$

Assim,

$$\mu_p = 2,792847386 \mu_N \qquad \mu_n = -1,91304275 \mu_N \qquad (15.4)$$

O momento magnético nuclear μ_I na direção de I , o spin nuclear, e seu valor é

$$\mu_I = g_I \mu_N \frac{I}{\hbar} \qquad (15.5)$$

O fatores g nuclear para o próton g_p e para o nêutron g_n são

$$g_{p/2} = 2,792847386 \qquad g_{n/2} = -1,91304275 \qquad (15.6)$$

Entretanto, a teoria quântica de Dirac, para qualquer partícula carregada teria $g=1$, enquanto qualquer partícula neutra teria $g=0$. A discrepância entre os resultados experimentais e teóricos de Dirac para esses valores ocorre por causa de uma ação entre prótons e nêutrons no interior do núcleo, criando uma complexa estrutura não prevista por Dirac.

Bibliografia:

[1] Notas de Aula de Estrutura da Matéria - Professor Carlos R. A. de Lima
https://www.ufjf.br/carlos_lima/files/2019/01/cap12.pdf