

ESTUDO DO ÁTOMO DE HIDROGÊNIO SEGUNDO A MECÂNICA QUÂNTICA E SUAS APLICAÇÕES NA FÍSICA DOS MÉSONS DO TIPO BOTOMÔNIO

Autor: Leonardo Ghizoni, leonardo.ghizoni@gmail.com

Orientador: Carola Dobrigkeit Chinellato, carola@ifi.unicamp.br

DEPARTAMENTO DE RAIOS CÔSMICOS E CRONOLOGIA - INSTITUTO DE FÍSICA "GLEB WATAGHIN"-UNIVERSIDADE ESTDUAL DE CAMPINAS, UNICAMP

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, PIBIC – CNPQ

Palavras-chave: Mecânica Quântica – Hidrogênio - Botomônio

INTRODUÇÃO

O estudo do átomo de Hidrogênio segundo a Mecânica Quântica e sua aplicação na física dos mésons do tipo Botomônio inicia-se nos conceitos fundamentais do átomo de hidrogênio utilizando a mecânica quântica não-relativística, tais como suas energias permitidas, seus números quânticos e seu momento angular. O passo seguinte consiste no estudo da teoria da perturbação independente do tempo e no estudo da estrutura fina do átomo de hidrogênio, onde adicionam-se as correções relativísticas e de interação spin-órbita às energias permitidas. Seguindo o mesmo raciocínio estuda-se a estrutura hiperfina, onde acrescenta-se o termo devido ao spin do núcleo do átomo de hidrogênio às energias obtidas. Aplica-se então a teoria desenvolvida no átomo de hidrogênio ao átomo hidrogenóide Positrônio onde, considerando suas correções, calcula-se teoricamente as energias dos estados permitidos, comparando com dados tabelados. A fase seguinte do projeto consiste em estudar os mésons do tipo botomônio, caracterizando completamente seus estados, e efetuando cálculos da teoria da perturbação utilizando diversas formas de potenciais confinantes.

METODOLOGIA

O estudo inicia-se através da solução da equação de Schrödinger para o átomo de hidrogênio. Este modelo é descrito, em primeira aproximação, pelo potencial coulombiano, e a solução da equação de Schrödinger para este potencial resulta, entre outros conceitos, nos níveis permitidos de energia. Estuda-se, então, através da teoria da perturbação, as correções relativística e de acoplamento spin-órbita do elétron, que correspondem à Estrutura Fina, e a correção devida ao spin do núcleo, que corresponde à Estrutura Hiperfina. Aplica-se, então, a mesma teoria ao Positrônio onde há, ainda, mais uma correção, devida à aniquilação elétron-positron, e compara-se os níveis de energia obtidos teoricamente com dados experimentais. Finalmente, estuda-se o méson Botomônio, que se trata de uma interação de quarks bottom-antibottom. Para este aplica-se, através da equação de Schrödinger, o potencial de poço esférico infinito, onde estuda-se suas soluções, comparando-as com o espectro experimental do Botomônio.

$$H\Psi = E\Psi$$

Figura 1: Equação de Schrödinger

RESULTADOS e CONCLUSÕES

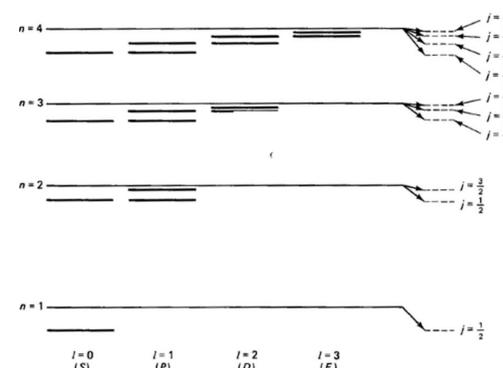


Figura 2: Estrutura Fina do Hidrogênio

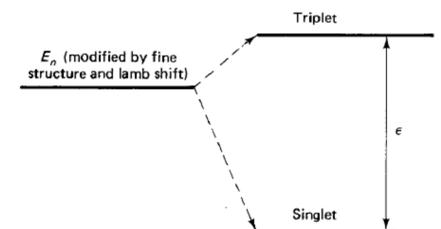


Figura 3: Separação da Estrutura Hiperfina do Hidrogênio

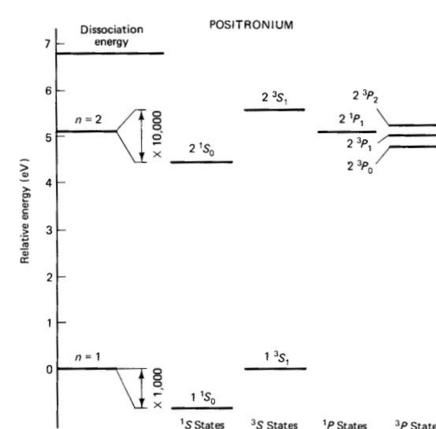


Figura 4: Espectro do Positrônio

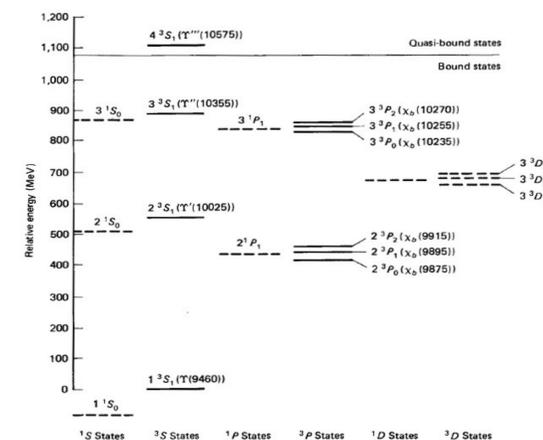


Figura 5: Espectro do Botomônio

Ao se aplicar a teoria do átomo de Hidrogênio ao Positrônio observa-se uma forte concordância com dados tabelados, o que leva à conclusão de que a teoria do átomo de Hidrogênio é um modelo razoável quando aplicado ao Positrônio.

Comparando os espectros do Positrônio e do Botomônio nota-se, proporcionalmente, semelhanças relativas entre os primeiros estados excitados, com as energias em eV no caso do Positrônio, e em MeV no caso do Botomônio. No entanto, para estados de maior energia essa semelhança desaparece. Isso ocorre pelo fato de que, apesar de ambos serem casos de interação partícula-antipartícula, o Positrônio obedece à força Eletromagnética, enquanto que o Botomônio é regido pela força Forte. Como não se conhece exatamente a forma do potencial da interação Forte, foram aplicadas algumas formas de potencial, como o poço esférico infinito que, através da equação de Schrödinger, prevê um raio de interação de $r \sim 0.7fm$. Entretanto, para estados mais excitados os dados experimentais divergem da teoria, levando-se a concluir que o poço esférico infinito não seja um modelo razoável.

REFERÊNCIAS

- David J. Griffiths, "Introduction to Elementary Particles"
- David J. Griffiths, "Introduction to Quantum Mechanics"