

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE PARTÍCULAS EM PROCESSOS INDUZIDOS POR FÓTONS

Gabriel Rodrigues da Luz, Bruno Duarte da Silva Moreira

INTRODUÇÃO

As interações descritas pelo modelo padrão são estudadas através de uma teoria quântica de campos, como a cromodinâmica quântica (QCD), que descreve as interações fortes, a dinâmica quântica de sabor (QFD), que descreve as interações fracas e, por fim, a eletrodinâmica quântica (QED), que descreve as interações eletromagnéticas. A eletrodinâmica quântica será nosso foco, pois através dela podemos estudar a produção de estados ligados de léptons, que podem ser pensados como átomos exóticos com tempo de vida finito. Essas partículas exóticas são criadas a partir de processos induzidos por fótons em colisões ultraperiféricas (isto é, núcleos interagem a grandes distâncias comparadas com suas dimensões), e são constituídas de duas partículas de mesma massa, um lépton e um antilépton, orbitando o centro de massa do sistema. O estudo da produção de partículas induzidas por fótons é fundamental para aprofundar nosso conhecimento em relação às interações eletromagnéticas e a formação de estados ligados em colisores.

DESENVOLVIMENTO

Com o objetivo de estudar a fotoprodução de estados ligados em QED, foi realizada uma revisão bibliográfica, cujo o foco está na produção de partículas exóticas em interações fóton - fóton [1,2]. Em seguida, iniciou-se o estudo do diagrama da figura 1, no qual descreve o processo de fotoprodução de um estado ligado de spin zero [1,2], onde cada núcleo emite um fóton e da interação entre os dois fótons temos a formação do estado ligado. Por fim, foi desenvolvido um programa na linguagem FORTRAN com o intuito de reproduzir alguns resultados vistos na revisão bibliográfica [1,2].

RESULTADOS

Com o programa desenvolvido, foi possível gerar um gráfico da distribuição de rapidez do positronium (estado ligado elétron - pósitron), mostrado na figura 2. Para calcular a distribuição de rapidez, foi preciso desenvolver a equação da seção de choque e reescrevê-la em termos seção de choque diferencial em rapidez, que nos dá uma distribuição de probabilidades de medir o positronium numa dada rapidez no acelerador.

Analisando o gráfico e comparando com os resultados obtidos por Francener [1,2], concluímos que para as interações de dois núcleos de chumbo, a distribuição de rapidez é simétrica. Além disso, obtemos uma ordem de grandeza considerável comparada com outros processos do Grande Colisor de Hádrons (LHC), indicando uma alta taxa de eventos associados à produção de positronium em interações de dois fótons.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado possibilitou uma maior compreensão do processo de fotoprodução de estados ligados em QED e a formação de átomos exóticos. A implementação do programa em FORTRAN permitiu reproduzir alguns resultados da literatura, no qual apresentou concordância. Além disso, associada à distribuição, podemos esperar altas taxas de eventos relacionadas com o processo.

Palavras-chave: eletrodinâmica quântica; física de partículas; estados ligados.

ILUSTRAÇÕES

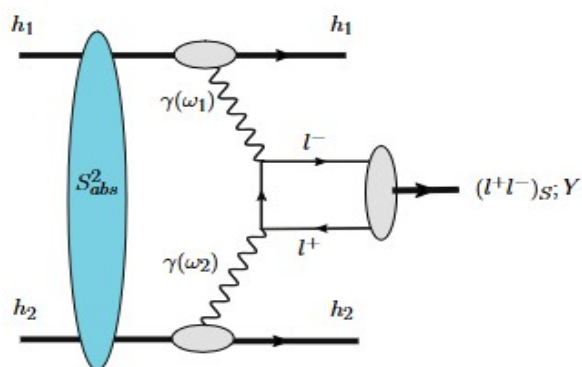


Figura 1. Diagrama da fotoprodução de estados ligados em colisões hadrônicas.

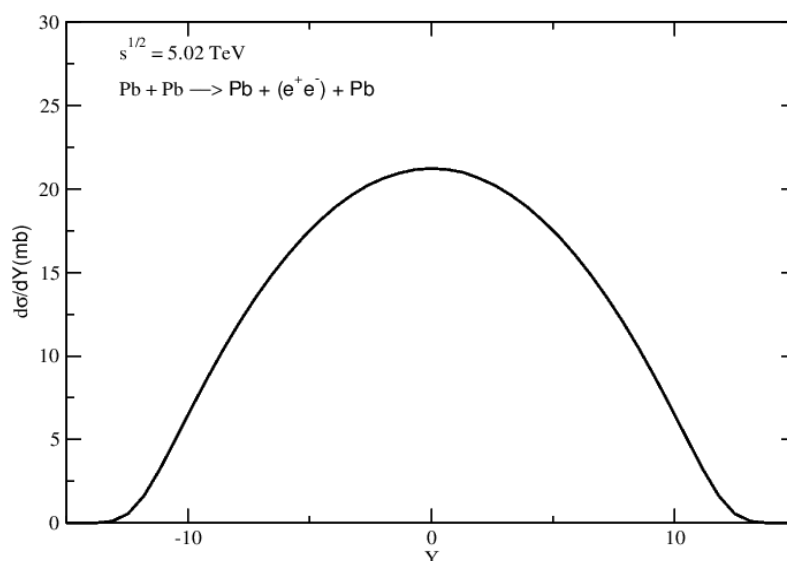


Figura 2. Gráfico da distribuição de rapidez da fotoprodução positronium em colisões núcleo-núcleo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] R. FRANCENER; GONÇALVES, V. P.; MOREIRA, B. D. Photoproduction of relativistic QED bound states in hadronic collisions. **The European Physical Journal A**, v. 58, n. 2, 1 fev. 2022.

[2] R. FRANCENER. Fotoprodução de Estados Ligados de Léptons em Colisores Hadrônicos. Dissertação de Mestrado – UDESC, Joinville, 2022.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Gabriel Rodrigues da Luz

MODALIDADE DE BOLSA: PROBIC/UDESC (IC)

VIGÊNCIA: setembro/2024 a agosto/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Bruno Duarte da Silva Moreira

CENTRO DE ENSINO: CCT

DEPARTAMENTO: Departamento de física

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Ciências Exatas e da Terra

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Estudo da Cromodinâmica Quântica no Regime de Altas Energias

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP3968-2022