

ESTUDO DO ESPALHAMENTO COMPTON PROFUNDAMENTE VIRTUAL NO FORMALISMO DE DIPOLO DE COR¹

Gabriel Rodrigues da Luz², Bruno Duarte da Silva Moreira³.

¹ Vinculado ao projeto “Estudo da Cromodinâmica Quântica no regime de altas energias”

² Acadêmico do curso de Licenciatura em Física – CCT – Bolsista PROBIC/UDESC

³ Orientador, Departamento de Física – CCT – bruno.moreira@udesc.br

A dinâmica interna dos hádrons é descrita pela teoria das interações fortes, a Cromodinâmica Quântica (QCD). A interação forte é experimentada por partículas que portam carga de cor, como os quarks e os glúons.

Os quarks são partículas elementares com carga elétrica fracionária, que interagem via força forte por trocas de glúons. Já os glúons (partículas mediadoras da força nuclear forte), além de interagirem com os quarks, também interagem com outros glúons, podendo um glúon emitir outros glúons. Há em QCD duas importantes equações que tem o intuito de descrever a dinâmica interna dos hádrons, as equações DGLAP (Dokshitzer–Gribov–Lipatov–Altarelli–Parisi) e a equação BFKL (Balitsky-Fadin-Kuraev-Lipatov).

As equações DGLAP preveem um crescimento rápido do número de glúons no interior do próton conforme aumentamos a virtualidade (Q^2), já a equação BFKL também prevê um aumento rápido de glúons conforme aumenta a energia. De acordo com essas equações, teríamos um crescimento de glúons tão grande que a área total ocupada pelos glúons pode se tornar maior que a área transversa do núcleon. Como consequência disso, teríamos a violação da unitariedade da seção de choque. Esse fenômeno então nos leva a uma outra equação cujo nome é equação GLR, no qual propõem que em altas densidades partônicas o processo de recombinação de pártons se torna importante, prevendo a saturação da distribuição de glúons no regime assintótico de altas energias.

Podemos estudar a dinâmica de interações fortes em altas energias utilizando a produção difrativa de mésons vetoriais. O problema com os mésons vetoriais é que a função de onda desse tipo de partícula, por ser uma quantidade não perturbativa, não é bem conhecida. O espalhamento elétron-próton cujo resultado gera um fóton real, apresenta uma vantagem já que a função de onda do fóton real é bem conhecida. Há dois processos que contribuem para essa reação, o processo Bethe-Heitler (BH) e o processo espalhamento Compton profundamente virtual (DVCS). O processo BH é puramente eletromagnético, no qual o fóton do estado final é emitido pelo elétron. Já o processo DVCS é um processo de interação forte, sendo o fóton final emitido através de uma interação com o próton.

A figura 1 descreve o processo DVCS utilizando uma abordagem de dipolos de cor. Inicialmente o elétron (e) emite um fóton com grande virtualidade (Q^2), em seguida, o fóton flutua em um par quark-antiquark ($q\bar{q}$). O par quark-antiquark troca glúons na configuração singleto de cor com o próton (p). Por fim, o par quark-antiquark aniquila-se gerando um fóton real (λ) no estado final.

De acordo com o formalismo de dipolo, a seção de choque é dada por:

$$\sigma_{tot}(\gamma^*p \rightarrow \gamma p) = \frac{R_g^2}{16\pi B} \left| \mathcal{A}_T^{\gamma^*p \rightarrow \gamma p}(x, Q^2, t=0) \right|^2 (1 + \beta^2)$$

Com a amplitude de espalhamento fóton-próton sendo descrita por:

$$\mathcal{A}_T^{\gamma^*p \rightarrow \gamma p}(x, Q^2) = \sum_f \int dz \int d^2r [\Psi_{\gamma^*}^* \Psi_{\gamma}(r, z, Q^2)]_T^f \sigma_{dip}(x, r^2)$$

Sendo r o tamanho do dipolo no plano transversal e z a fração de momento longitudinal do fóton portada pelo quark. Além disso, B é o parâmetro de slope e B(beta) e Rg são correções fenomenológicas.

A figura 2 mostra nossos resultados da seção de choque do DVCS com a energia W. Nesse gráfico, utilizamos dois modelos fenomenológicos, o modelo GBW e o modelo IIM, e comparamos eles com os dados experimentais do HERA. Nota-se que ambos os modelos começam iguais, porém conforme aumenta a energia, temos uma discrepância entre a curva vermelha (GBW) e a curva verde (IIM), mostrando que esta seção de choque é um observável sensível ao tratamento das amplitudes de espalhamento.

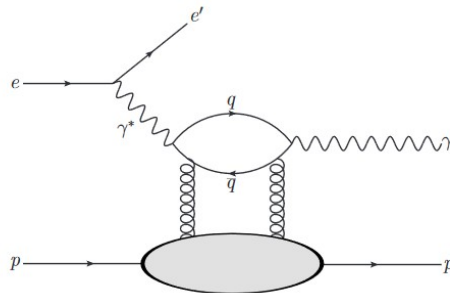


Figura 1. Espalhamento Compton profundamente virtual no formalismo de Dipolo de cor

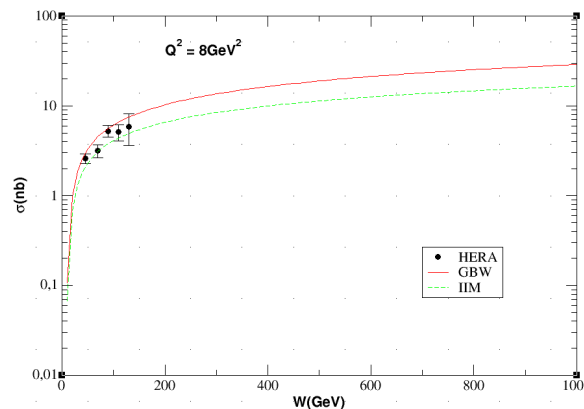


Figura 2. Seção de choque do DVCS com a energia W utilizando os modelos GBW e IIM.

Palavras-chave: Cromodinâmica Quântica. Dipolo de cor. Espalhamento Compton.