Introdução à teoria de Regge e Pomerons

M. M. Machado

melo.machado@ufrgs.br

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

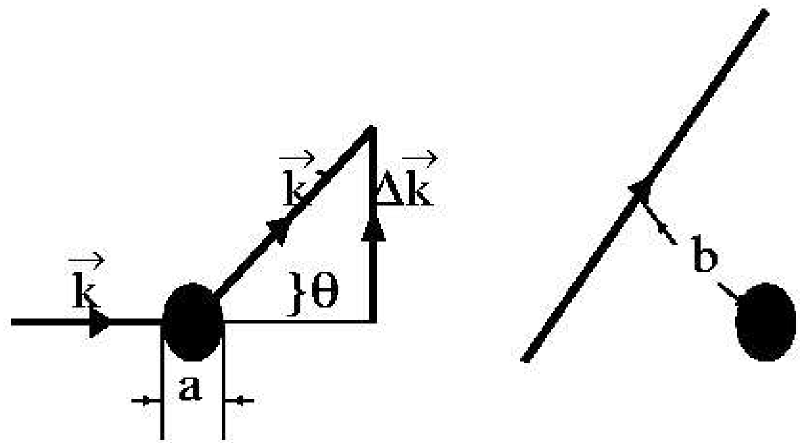
Tópicos

- Conceitos básicos
- Primeiro “Quebra-cabeça” - os Reggeons
- Segundo e terceiro “Quebra-cabeças” - os Pomerons
- Estudos futuros

Altas Energias - $ka \gg 1$

Parâmetro de impacto b

$$l = kb$$



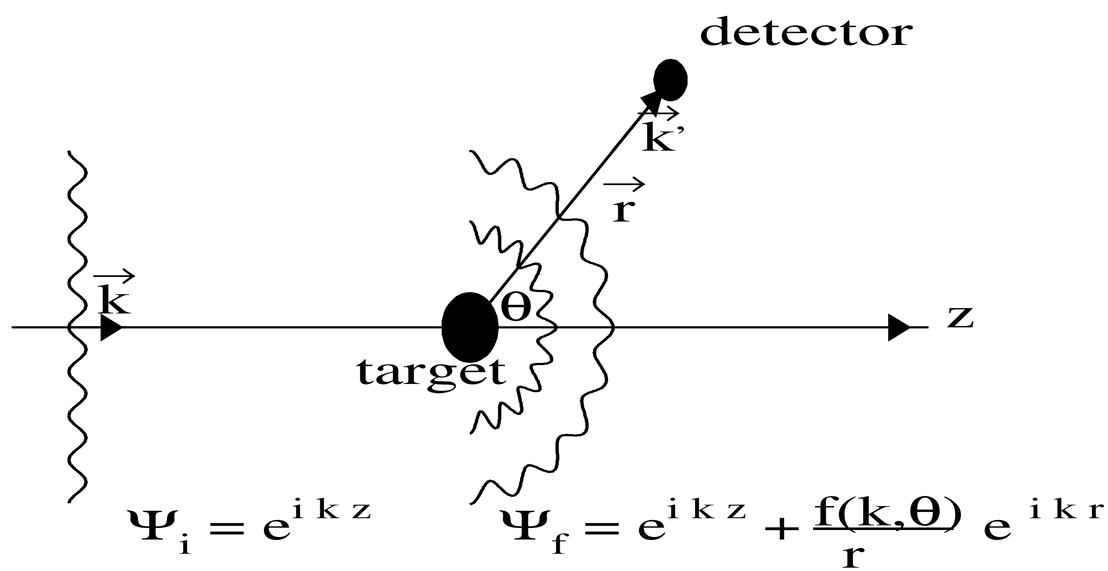
A definição de amplitude de espalhamento é dada por A = f / k

$$A(s,t) = \frac{1}{2\pi}\int a(b,s)\, d^2b\, e^{i\vec{b}\cdot\vec{q}_\perp}$$

Conceitos básicos

- A função de onda do estado inicial (antes da colisão)

$$\Psi_i = e^{ikz} = e^{i\vec{k}\cdot\vec{r}}$$



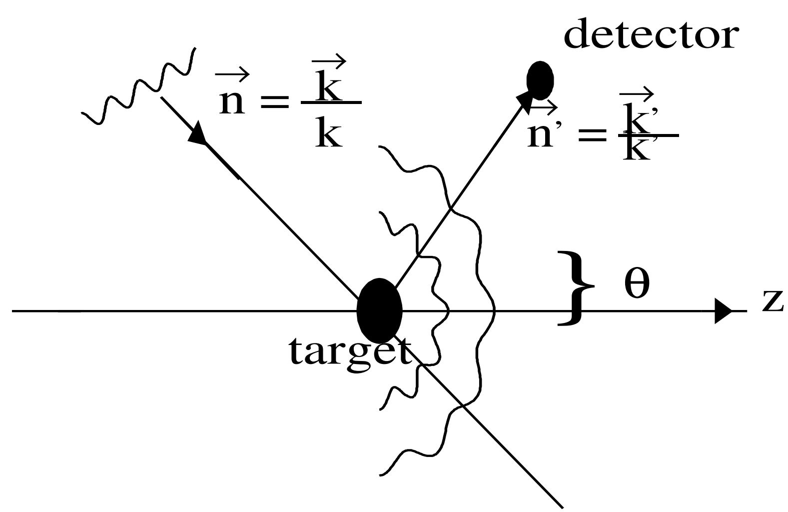
- A função de onda do estado final (após a colisão)

$$\Psi_f = e^{i\vec{k}\cdot\vec{r}} + \frac{f(\theta,k)}{r} e^{ikr}$$

Conceitos Básicos

- A função de onda para um caso geral

$$\Psi_i = \int d\Omega_n \, F(\vec{n}) e^{ikr\vec{n}\cdot\vec{n'}}$$



- estado inicial

$$\Psi_i = \frac{2\pi i}{k} \{ F(-\vec{n}) \frac{e^{-ikr}}{r} - F(\vec{n}) \frac{e^{ikr}}{r} \}$$

estado final

$$\Psi_f = \frac{2\pi i}{k} \{ F(-\vec{n}) \frac{e^{-ikr}}{r} - F(\vec{n}) \frac{e^{ikr}}{r} \} + \frac{e^{ikr}}{r} \int f(k, \vec{n}, \vec{n'}) \; F(\vec{n}) \; d\Omega_n$$

Variáveis de Mandelstan

- Canal s: $s = (k_1 + p_1)^2 = (k_2 + p_2)^2$
- Canal t: $t = (k_1 + k_2)^2 = (p_1 + p_2)^2$
- Canal u: $u = (k_1 + p_2)^2 = (p_1 + k_2)^2$

Onde podemos interpretar s como o quadrado da energia de centro de massa se
K_1 e P_1 são os momenta das partículas que estão entrando no processo,
t é o quadrado da energia de centro de massa se
K_1 e K_2 estão entrando,
e u é o quadrado da energia do centro de massa se
K_1 e P_2 estão entrando

Pontos importantes

- Unitariedade elástica

$$2\Im a_{el}(s,b) = |a_{el}(s,b)|^2$$

A generalização para o caso de interações inelásticas é

$$2\Im a_{el}(s,b) = |a_{el}|^2 + G_{in}(s,b)$$

A amplitude de espalhamento no espaço-b é definida como

$$a_{el}(s,b) \quad = \quad \frac{1}{2\pi}\int d^2q e^{-i\vec{q}_\perp\cdot\vec{b}} A(s,t)$$

Nesta representação

$$\sigma_{tot} = 2\int d^2b \; Im a_{el}(s,b) \; ; \sigma_{el} = \int d^2b \; |a_{el}(s,b)|^2 \; .$$

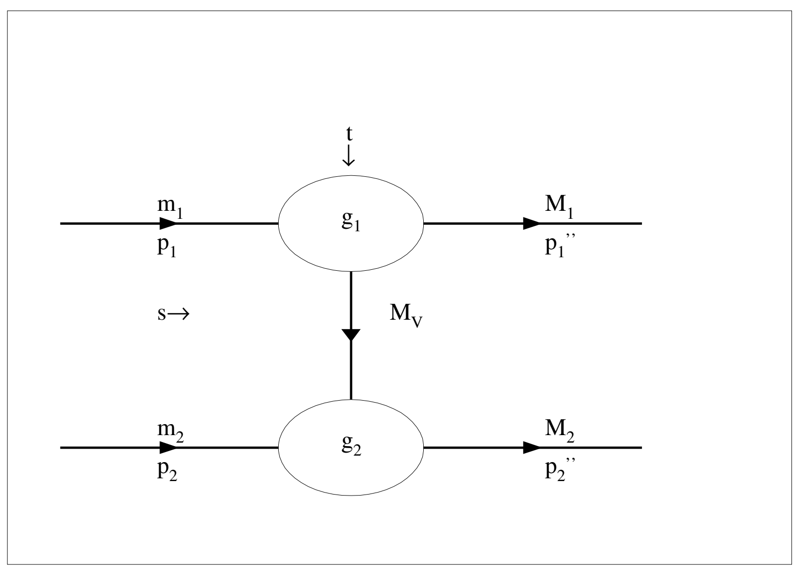
Pontos importantes

- Teorema Óptico -

$$\begin{aligned} 4\pi\Im A(s,t=0) &= \int 2\Im a_{el}(s,b)d^2b \\ &= \int d^2b|a_{el}(s,b)|^2 + G_{in}(s,b) \\ &= \sigma^{el} + \sigma^{in} = \sigma_{tot} \end{aligned}$$

- Limite de Froissart

$$\sigma_{tot} \leq Cln^2 s$$



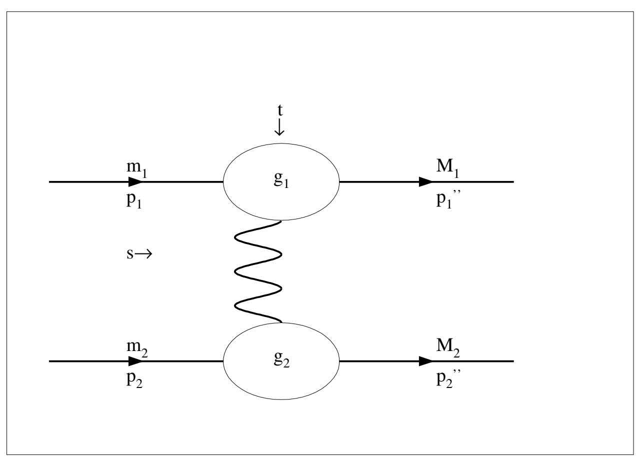
O primeiro "quebra-cabeça"

- O que acontece na troca de partículas para que o spin seja maior que 1?
  - Observadas experimentalmente
  - Troca de partículas leva a uma amplitude de espalhamento proporcional a s^j
  - Contraria o limite de Froissart
  - Necessário uma solução

Reggeons

- Considerando a troca de uma ressonância com spin j e incluindo todas as excitações com spin j+2, j+4, ..., $\alpha_R(t = M_j^2) = j$
- A contribuição para a amplitude de espalhamento na troca de todas as ressônancias pode ser descrita como uma a troca de um novo objeto (Reggeon)

$$A_R(s,t) \;=\; g_1(m_1, M_1, t)\, g_2(m_2, M_2, t) \cdot \frac{s^{\alpha(t)} \;\pm\; (-s)^{\alpha(t)}}{sin\pi\alpha(t)}$$



Propriedades

- Analiticidade
- Unitariedade do canal s
- Fase definida
- Fatorização
- Trajetória

  $\alpha(t) = \alpha(0) + \alpha' t$

Propriedades

- Trajetória

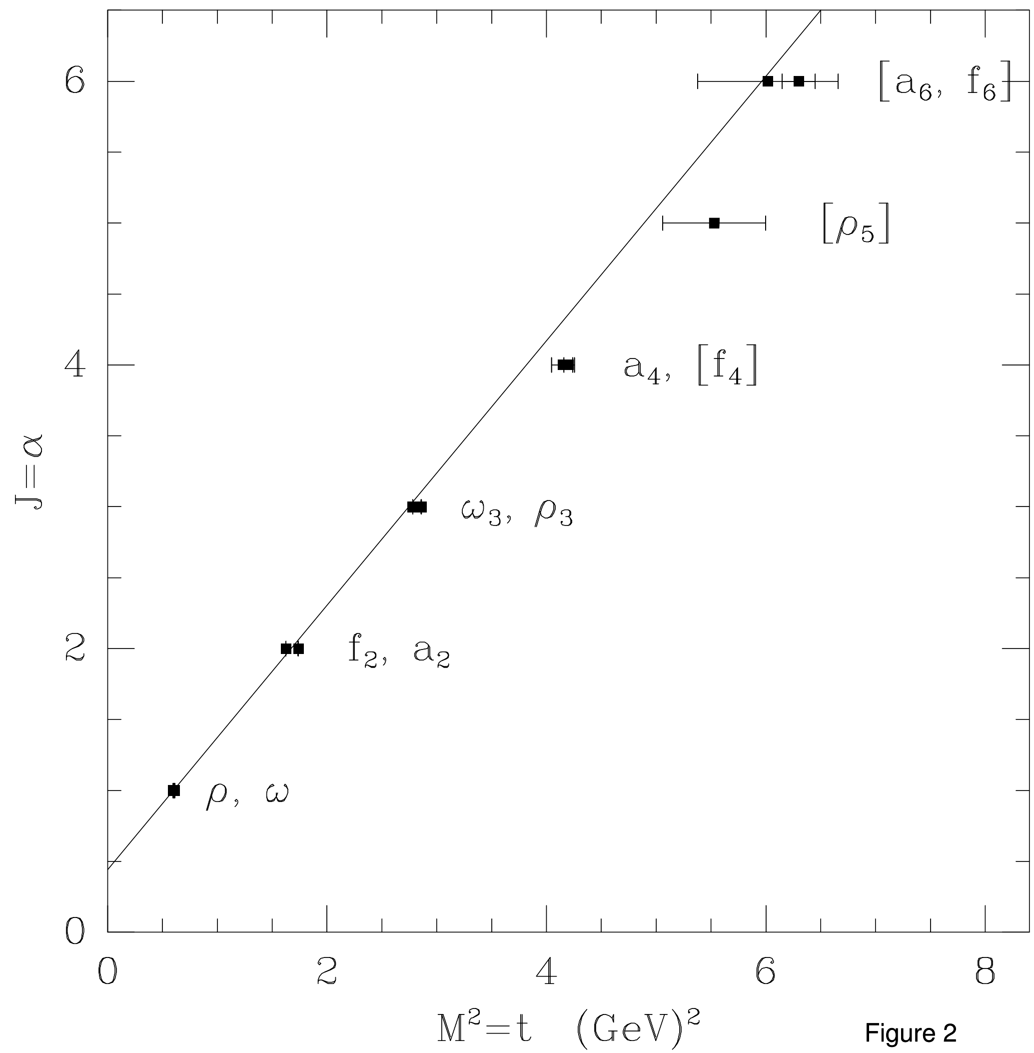


Figure 2

Segundo e Terceiro “quebra-cabeças

$$\sigma_{tot} \propto s^{(\alpha(0)-1)}$$

- **Pomeranchunck e Okun** (50’s) provaram, de uma forma geral, que para qualquer processo de espalhamento em que existe uma troca de cargas, a seção de choque desaparece assintóticamente (Teorema de Pomeranchunck).
- **Foldy e Peierls** (60’s) - para um processo de espalhamento particular, a seção de choque não diminui com o aumento de s desde que o processo seja dominado pela troca dos números quânticos do vácuo.

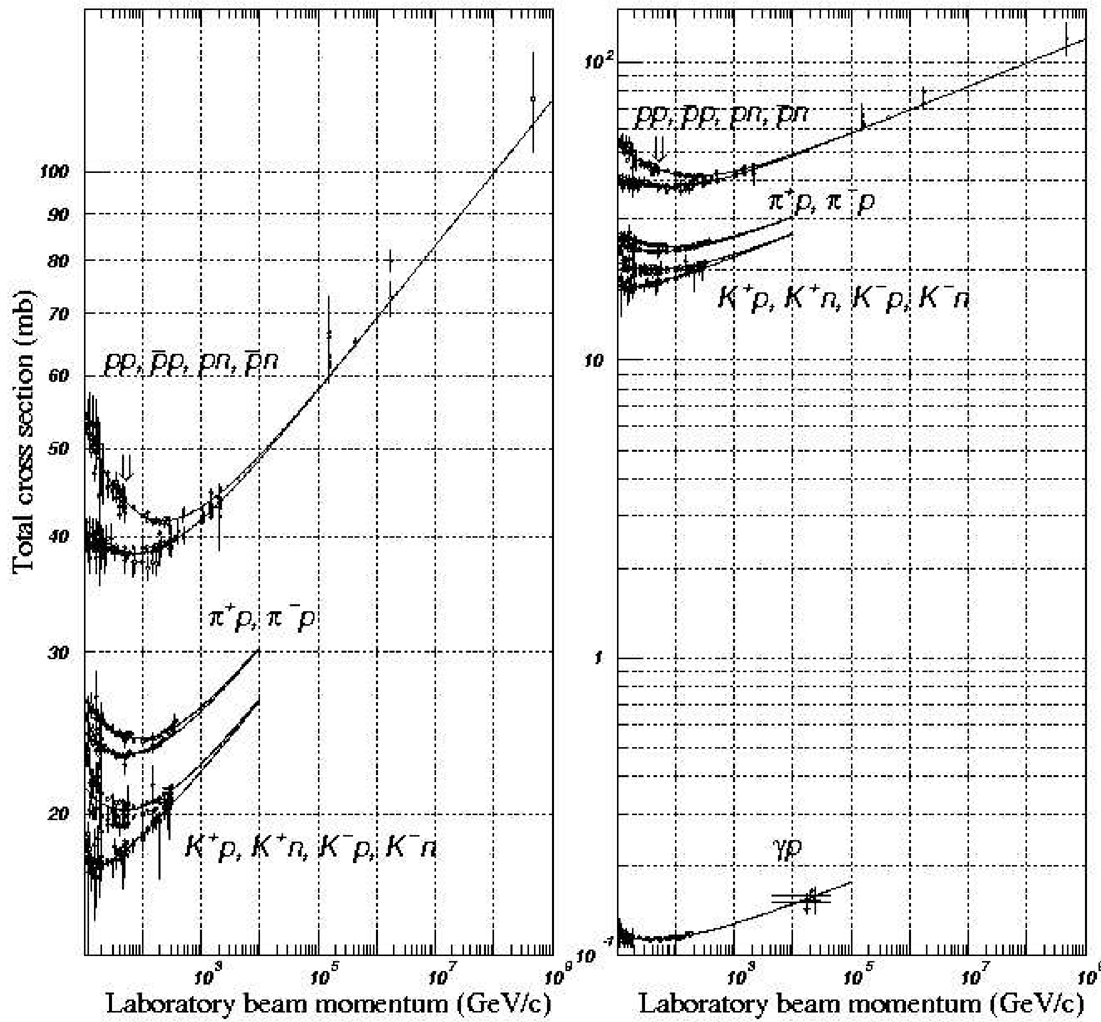
Segundo e Terceiro “quebra-cabeças

- Não existem partículas (ressonâncias) numa trajetória de Reggeon com um intercept próximo a unidade ($\alpha(0) \rightarrow 1$)
- A seção de choque total não desaparece assintoticamente, diminuindo suavemente com o aumento de s;
- A medida da seção de choque total é aproximadamente constante para altas energias
- O Reggeon trocado possui um intercept maior do que 1, carregando os números quânticos do vácuo

Este Reggeon é o Pomeron

- Possui todas as propriedades de um Reggeon satisfeitas experimentalmente
- $\Delta \sim 0.08$ e $\alpha'(0) \sim 0.25 GeV$

Seção de choque total - PDG



Próximos estudos

- Estrutura do Pomeron;
- Técnica de Mueller;
- Eventos de difração
- Correções de sombreamento