Z-Scaling

Rafael Pereira Baptista - GRENAC -
18/04/2023

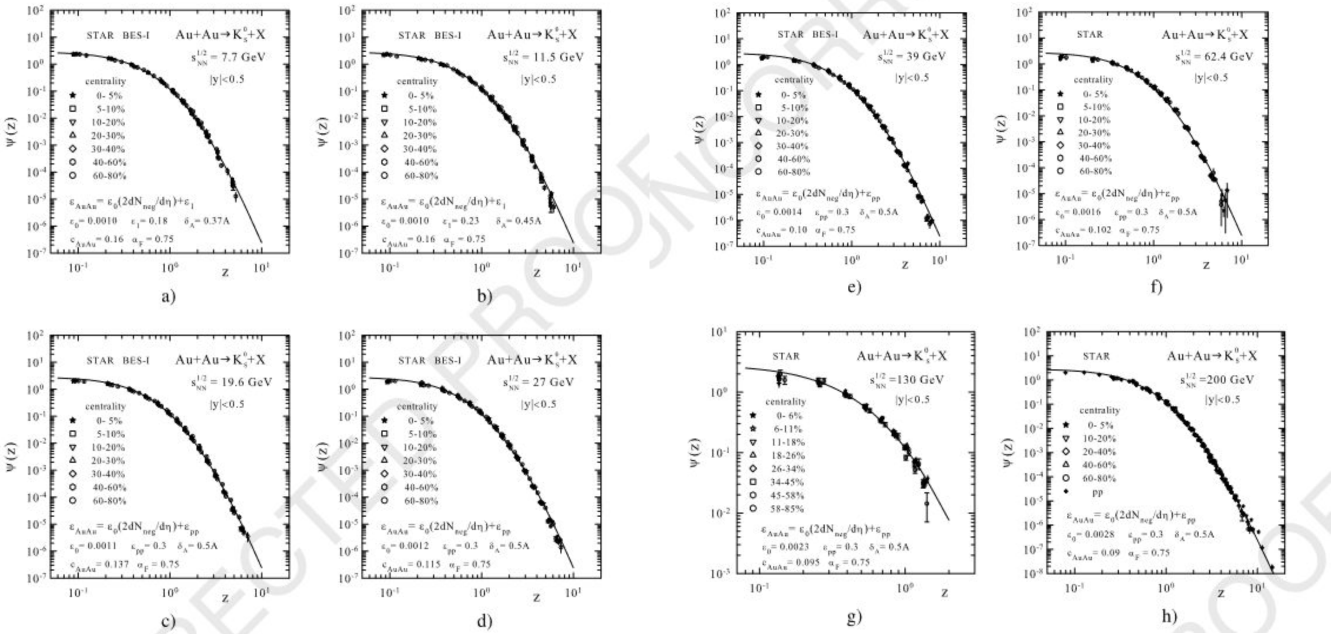
Tópicos

- ❖ Motivação
- ❖ Estrutura Termofractal
- ❖ z-scaling
- ❖ Aplicando a teoria Termofractal no z-scaling
- ❖ Análise
- ❖ Discussão

Motivação

- Modelo fenomenológico baseado em princípios de auto similaridade e fractalidade da estrutura hadrônica - Seção de choque diferencial em relação à variável z segue uma curva universal $\Psi(z)$

- A curva $\Psi(z)$ tem formato de uma q-exponencial



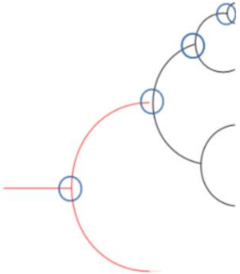
Self-similarity of K_S^0-meson production in $Au + Au$ collisions from BES-I at STAR and anomaly of “specific heat” and entropy

Mikhail Tokarev [a,b,*], Imrich Zborovský [c]

Estrutura Termofractal

O elemento da matriz de transição é dado por

$$\langle \varphi\phi | g(\epsilon) \, |\phi_o\rangle = \langle \varphi\phi | G \, |\phi_o\rangle e_q(\epsilon_\varphi/\lambda) \otimes_q e_q(\epsilon_\phi/\lambda)$$



Onde $e_q(x) = [1 + (1-q)x]^{\frac{-1}{q-1}}$

E $g(\varepsilon) = e_q\left(\frac{\varepsilon_1}{\lambda}\right) \otimes_q e_q\left(\frac{\varepsilon_2}{\lambda}\right) = e_q\left(\frac{\varepsilon}{\lambda}\right) \quad \varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$

A seção de choque diferencial invariante é

$$E\frac{d^2\sigma}{2\pi k_t dk_t\ dk_z} = \frac{\pi}{F}|\langle\varphi\phi|g(\varepsilon)\,|\phi_o\rangle|^2 \qquad F = 4E_1E_2|v_1 - v_2|$$

E

$$\sigma(\varepsilon) = \sigma_o\left[1 + (q-1)\frac{\varepsilon}{\lambda}\right]^{-\frac{1}{q-1}} \qquad \sigma_o = \langle k|G\,|x_1P_1, x_2P_2\rangle$$

z-scaling

Consideramos o processos inclusivo

$$P_1 + P_2 \to k + X$$

A produção da partícula é descrita pelo subprocesso

$$[(x_1 P_1) + (x_2 P_2) - k]^2 = (x_1 M_1 + x_2 M_2 + m_2)^2 + \Delta_k(x_1, x_2)$$

Onde x_1 e x_2 são as frações de momento dos pártons envolvidos, encontradas minimizando Δ_k

Descrevendo o processo em termos de x_1 e x_2, fazemos a substituição

$(k_t, k_z) \rightarrow (x_1, x_2)$ usando $J = 2k_t/sE$

De modo que

$$E\frac{d^2\sigma}{2\pi k_t dk_t dk_z} = \frac{1}{\pi s}\frac{d^2\sigma}{dx_1 dx_2}$$

Aplicando a teoria Termofractal

Definimos a função Ψ(z)

$$\psi(z) = -\frac{d\sigma}{dz} = \sigma_o[1 + (q-1)z]^{\frac{-q}{q-1}}$$

Relacionando com a seção de choque diferencial

$$\frac{d^2\sigma(z(x_1, x_2))}{dx_1 dx_2} = -\frac{\mathrm{d}\psi(z)}{\mathrm{d}z}\frac{\partial z}{\partial x_1}\frac{\partial z}{\partial x_2} - \psi(z)\frac{\partial^2 z}{\partial x_1 \partial x_2}$$

$$\frac{d^2\sigma}{dx_1 dx_2} = -\frac{\mathrm{d}\psi(z)}{\mathrm{d}z}\frac{\partial z}{\partial x_1}\frac{\partial z}{\partial x_2} - \psi(z)\frac{\partial^2 z}{\partial x_1 \partial x_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{1+(q-1)z}\frac{\partial z}{\partial x_1}\frac{\partial z}{\partial x_2} = C\frac{\partial^2 z}{\partial x_1 \partial x_2}$$

Onde

$$\frac{d\psi}{dz} = -q\frac{\psi(z)}{[1+(q-1)z]}$$

Substituindo $\xi = z + \frac{1}{q-1}$

$$\frac{1}{\xi}\frac{\partial \xi}{\partial x_1}\frac{\partial \xi}{\partial x_2} = (q-1)C\frac{\partial^2 \xi}{\partial x_1 \partial x_2}$$

Solução exata para z

$$\frac{1}{\xi}\frac{\partial \xi}{\partial x_1}\frac{\partial \xi}{\partial x_2} = (q-1)C\frac{\partial^2 \xi}{\partial x_1 \partial x_2}$$

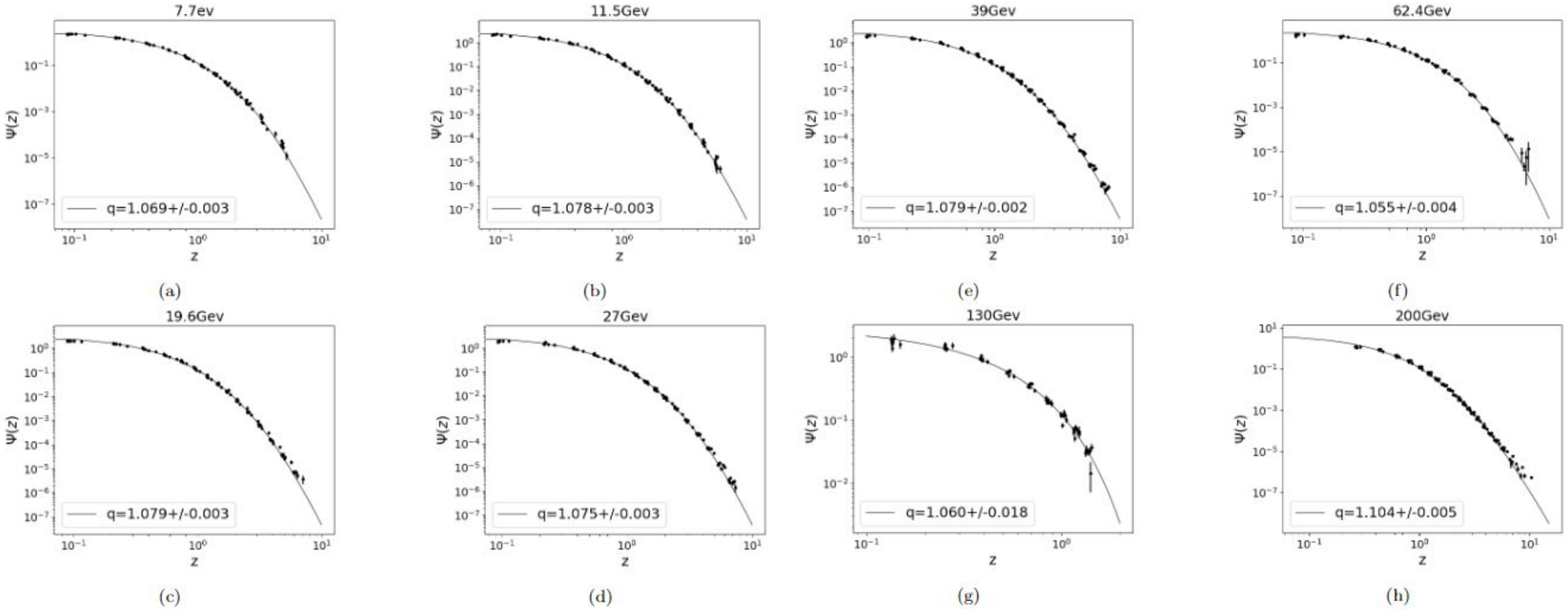
$$\Longrightarrow \quad \xi(x_1, x_2) = f(x_1)f(x_2)$$

$$z(x_1, x_2) = f(x_1)f(x_2) - \frac{1}{q-1}$$

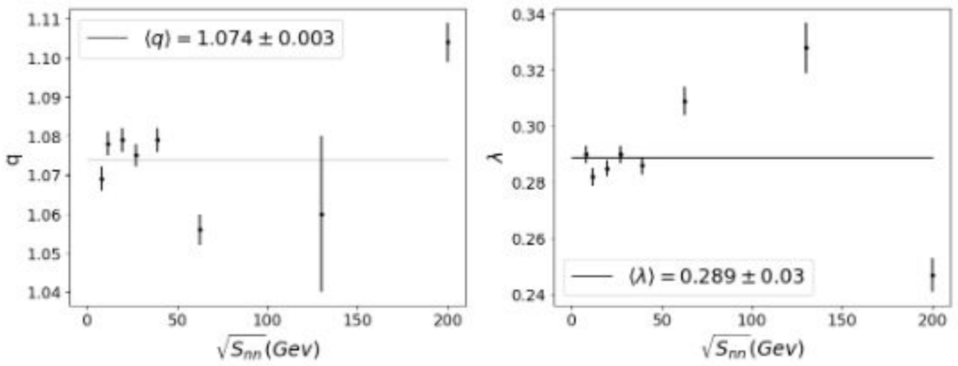
Uma solução possível

$$z = z_o(1-x_1)^{-\delta_1}(1-x_2)^{-\delta_2} - C$$

Análise


7.7ev
q=1.069+/-0.003
11.5Gev
q=1.078+/-0.003
39Gev
q=1.079+/-0.002
62.4Gev
q=1.055+/-0.004
(a)
(b)
(e)
(f)
19.6Gev
q=1.079+/-0.003
27Gev
q=1.075+/-0.003
130Gev
q=1.060+/-0.018
200Gev
q=1.104+/-0.005
(c)
(d)
(g)
(h)
Ψ(z)
z

$\sqrt{S_{NN}}$	q	σ_0	λ	χ^2_{red}
7.7	1.069(3)	3.49(7)	0.290(3)	2.009
11.5	1.078(3)	3.51(9)	0.282(3)	3.183
19.6	1.079(3)	3.46(8)	0.285(3)	6.168
27	1.075(3)	3.40(8)	0.290(3)	9.718
39	1.079(2)	3.4(1)	0.286(3)	6.956
62.4	1.055(4)	3.1(1)	0.309(5)	1.481
130	1.06(2)	2.9(1)	0.328(9)	1.638
200	1.104(5)	4.7(3)	0.247(6)	9.295



(a) (b)

Discussão

$$N_{\text{dof}} = \frac{1}{q-1}$$

No QGP partons estão livres e interagem com 1 vértice

$$N_{\text{dof}}^{QGP} = \frac{11}{3}N_c - \frac{4}{3}\frac{N_f}{2} = 7$$

N_c= número de cores
N_f= número de sabores

Na interação hadrônica pártons estão confinados, interagindo entre si com 2 vértices

$$N_{\text{dof}}^{HAD} = 2N_{\text{dof}}^{QGP} = 14 \quad \Longrightarrow \quad q^{QGP} = 1.14\,, \quad q^{HAD} = 1.07$$