

Supplementary Material to “Uma introdução às estrelas estranhas”

Apêndice C - Temperatura e potencial bariônico críticos na transição de fase de primeira ordem

Neste apêndice iremos derivar os valores críticos da temperatura e do potencial químico bariônico considerando o modelo de sacola do MIT e que a transição de fase seja de primeira ordem. Como enfatizado anteriormente, ambos pressupostos são aproximações rudimentares da realidade. Entretanto, nos possibilitam obter uma estimativa da ordem de grandeza em que se espera a transição de fase entre a matéria de hádrons e àquela de quarks

Seja um plasma de quarks e glúons, contendo apenas os sabores de quarks *up* e *down*. Temos que a pressão do gás, com potencial químico nulo, será descrita por [13]

$$P = \frac{37\pi^2}{90} T^4. \quad (1)$$

Neste caso, a temperatura crítica para que ocorra a transição de fase de primeira ordem é obtida quando a pressão do plasma for igual à pressão de sacola B . Desta forma, temos que

$$T_c = \left(\frac{90}{37\pi^2} \right)^{1/4} B^{1/4}. \quad (2)$$

Para $B^{1/4} = 206 \text{ MeV}$ temos que $T_c \sim 144 \text{ MeV}$. Se o plasma de quarks e glúons for submetido a temperaturas maiores, ocorrerá o desconfinamento, caracterizando uma matéria de quarks livres.

A relação termodinâmica entre a pressão e o potencial químico do gás de quarks (contendo apenas dois sabores), a temperatura zero, é tal que

$$P_q = \frac{1}{2\pi^2} \mu_q^4. \quad (3)$$

Novamente, a mudança de estado na matéria ocorrerá quando $P_q = B$, o que nos leva a

$$\mu_q = (2\pi^2 B)^{1/4}. \quad (4)$$

A relação entre a densidade bariônica crítica e o potencial químico é tal que

$$\begin{aligned} n_c &= \frac{2}{3\pi^2} \mu_q^3 = \frac{2}{3\pi^2} (2\pi^2 B)^{3/4} \\ &= 4 \left(\frac{1}{2\pi^2} \right)^{1/4} B^{3/4}. \end{aligned} \quad (5)$$

Considerando $B^{1/4} = 206 \text{ MeV}$ obtemos uma densidade bariônica crítica de $n_c = 0.72 \text{ fm}^{-3}$. Sendo a densidade bariônica nuclear $n_0 = 0.16 \text{ fm}^{-3}$, temos que $n_c = 4.5 n_0$.