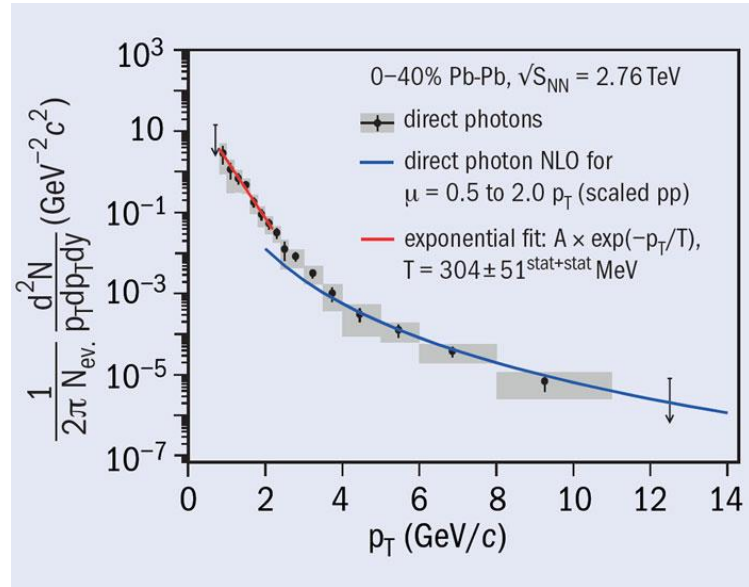


Segundo parcial

- 1-** Vamos a construir una estrella de bosones. Una estrella de bosones es un objeto astronómico, hipotético, con una masa aproximada de 2 masas solares y un radio de 20-30km. Dichos objetos se tratarían de un condensado de Bose-Einstein donde el colapso gravitatorio se evitaría por las limitaciones impuestas por el principio de indeterminación de Heisenberg. De acuerdo al trabajo “Bosons star at finite temperature” S. Latifah, A. Sulaksono, and T. Mart, Phys. Rev. D 90, 127501 (2014), la gran función partición del condensado puede aproximarse como:

$$\mathbb{Z}_B \approx e^{-\beta V \left(\frac{1}{2} u_0 n^2 - mc^2 n \right)} \mathbb{Z}_f$$

- a-** Utilice $P = -\Omega_B + n \left(\frac{\partial \Omega_B}{\partial n} \right)_{T, \mu}$, donde $\Omega_B = -\frac{\ln \mathbb{Z}_B}{\beta}$, para obtener $P = \frac{1}{2} u_0 n^2 + \frac{1}{\beta} \left[\frac{1}{2^3} \left(\frac{2m}{\pi \beta} \right)^{3/2} F_{5/2}(z) \right]$ demuestre que el segundo miembro de la ecuación representa la presión de un condensado de Bose-Einstein sin interacción. Reescriba la ecuación anterior en función de N_e y N_0 .
- b-** Analice el comportamiento de la ecuación anterior para $T \rightarrow 0$, ¿Cuál es la diferencia respecto a un condensado sin interacción?
- c-** Una forma de entender el comportamiento de una estrella de bosones es compararla con una estrella de neutrones, donde la presión de Fermi impide el colapso gravitatorio. Desarrolle la expresión de la presión de Fermi y compare con la expresión de la presión de la estrella de bosones.
- 2-** El record Guinness de temperatura (5,5 trillones de grados centígrados), lo ostenta desde 2012 el acelerador LHC. Dicha temperatura se obtuvo mientras se preparaban una sopa de quarks y gluones.
- a-** ¿Cómo se puede medir dicha temperatura?
- b-** Interprete la figura donde se presentan los resultados utilizados para medirla.
- c-** Calcule la presión.
- d-** Calcule un orden de magnitud de la energía total del proceso de colisión.



- 3-** Desarrolle el modelo de Debye para un sólido cristalino bidimensional.
- 4-** Calcule la entropía de un sistema de bosones bajo la condición $T < T_c$, exprese dicho resultado en función de N_0 y N_e , justifique su resultado.
 - a-** Repita el cálculo para un sistema a temperatura ambiente.
- 5-** Describa la ecuación de Planck de cuerpo negro.
 - a-** Calcule la entropía de un gas de fotones.
 - b-** Calcule el C_v de un gas de fotones y calcule $S = \int_0^T \frac{C_v}{T} dT$, ¿coincide con la expresión anterior?, ¿Por qué?
 - c-** Suponga una expansión adiabática del universo desde el estado de recombinación ($T = 3000K$) al estado actual ($T = 3K$), calcule la diferencia de tamaño del universo en el periodo de tiempo considerado.