



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FCFM

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS**

**Aplicaciones de la Mecánica Cuántica
Radiación de cuerpo negro
Carlos Luna Criado**

Nombre:
Giovanni Gamaliel López Padilla

Matricula:
1837522

8 de septiembre de 2020

Introducción

A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX se desarrollaron avances científicos que influyeron en la teoría cuántica de la radiación del cuerpo negro, este problema en su época fue conocido como radiación negra [7]. Si una cavidad de paredes perfectamente absorbentes se mantiene a una temperatura fija T , su interior contendrá energía en forma de ondas. Si la radiación está en equilibrio, ya sea en su interior como en las paredes, entonces la tasa con la que la energía es radiada a través de cualquier área unidad es independiente de la posición orientación de dicha superficie. El determinar y explicar la forma de la intensidad de la radiación son las componentes principales del problema del cuerpo negro.

A principios del siglo XX, Rayleigh [4] y Jeans [1] realizaron cálculos de la densidad de energía de la irradiancia (radiación solar de un solo rango de longitudes de onda) emitida por un cuerpo negro. Este resultado llevó a que las investigaciones hacia un conflicto entre los resultados experimentales y física clásica. Para encontrar alguna ley de distribución clásica, los dos autores tomaron como base a la teoría electromagnética clásica para demostrar la radiación dentro de la cavidad, en donde ellos proponían que esta debía de existir en forma de ondas estacionarias con nodos en las superficies dentro del cuerpo negro. De este modo, fue encontrada una ecuación para el número de ondas electromagnéticas estacionarias dentro del cuerpo, esta ecuación es la siguiente:

$$N(\nu)d\nu = \frac{8\pi V}{c^3} \nu^2 d\nu. \quad (1)$$

En seguida, los autores realizaron el cálculo de la energía total promedio del sistema para cada onda con frecuencia ν utilizando la ley de equipartición de la

energía, llegando a la ecuación

$$\bar{E} = kT. \quad (2)$$

Finalmente la irradiancia espectral clásica deducida por Rayleigh y Jeans es el producto del número de ondas estacionarias por unidad de volumen por la energía promedio y por la velocidad de la luz.

$$R_T(\nu)d\nu = \frac{8\pi\nu^2 kT}{c^2} d\nu \quad (3)$$

dando así también la ecuación para la densidad de energía emitida por el cuerpo negro.

$$\rho_T(\nu)d\nu = \frac{8\pi\nu^2 kT}{c^3} d\nu \quad (4)$$

Al momento de comparar con los datos experimentales se percataron que para frecuencias altas (longitudes de onda cortas) el espectro se iba hacia infinito, por lo que esto llevó a un problema, ya que esto no podía estar pasando. Esto se puede apreciar en la figura 1.

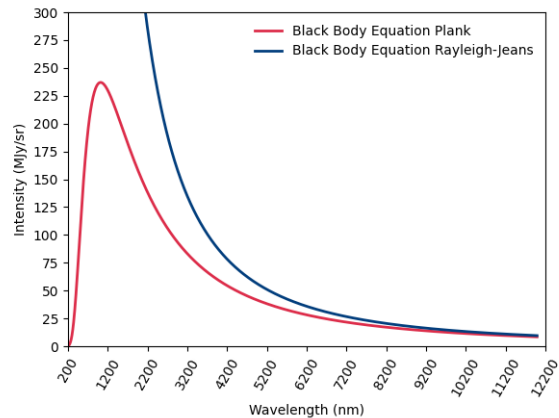


Figura 1: Espectro de un cuerpo negro obtenido a partir de la ecuación de Planck y ecuación de Rayleigh-Jeans

Metodología

$$S(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (5)$$

Resultados

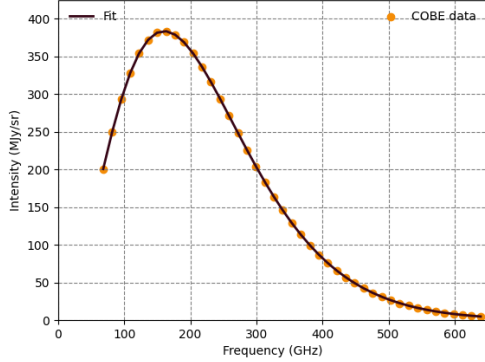


Figura 2: Fit de los datos proporcionados por el satélite FIRAS de la misión COBEA

$$T = 2,72502K$$

$$RD_i = \frac{|S_i(\nu, T) - COBE_i|}{COBE_i} * 100 \%$$

$$\langle RD \rangle = \sum_{i=1}^N \frac{RD_i}{N} = 0,3205 \%$$

$$R^2 = 0,99999972482939$$

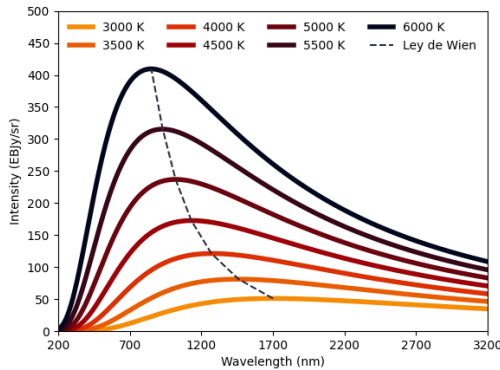


Figura 3: Espectro electromagnetico para varias temperaturas.

Conclusiones

Referencias

- [1] J.H. Jeans B.A. Lxv. on the conditions necessary for equipartition of energy. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 4(23):585–596, 1902.
- [2] C Ecilia C Eccarelli, D Avid J H Ollenbach, and A Lexander G G M T Ielens. Received 1996 January 16 ; accepted 1996 May 13. 1:400–426, 1996.
- [3] D. J. Fixsen and J. C. Mather. The Spectral Results of the Far-Infrared Absolute Spectrophotometer Instrument on COBE . *The Astrophysical Journal*, 581(2):817–822, 2002.
- [4] Lord Rayleigh F.R.S. Liii. remarks upon the law of complete radiation. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 49(301):539–540, 1900.
- [5] Timm Kr. Unit conversion in LBM. *Metal Forming*, pages 1–4, 2011.
- [6] Emiliano Muñoz. Revisión histórica del concepto del cuanto de luz, 07 2015.
- [7] M. Planck. Ueber das Gesetx. *Annalen der Physik*, 4(October):553–563, 1901.

Código

Github - black_body.py