

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

## FÍSICA CALOR Y ONDAS

### GRUPO 1

## ***LAB 6 - LEY DE STEFAN-BOLTZMANN PARA LA RADIACIÓN***

*Guía de laboratorio No. 6*

*Mauro González, T00067622*

*Revisado Por*

*Duban Andres Paternina Verona*

*8 de octubre de 2023*

# 1. Introducción

La ley de Stefan-Boltzmann para la radiación es uno de los pilares fundamentales de la física que describe cómo los objetos emiten radiación térmica en función de su temperatura. En esta experiencia, exploraremos este principio físico crucial al calibrar una termopila para la medición de la temperatura absoluta. La termopila es un dispositivo que aprovecha el efecto termoeléctrico para cuantificar la radiación térmica de un cuerpo negro, que es un objeto idealizado que absorbe y emite radiación de manera perfecta. Esta práctica nos permitirá comprender mejor cómo los cuerpos emiten energía en forma de radiación térmica y cómo esta radiación se relaciona con la temperatura.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

El objetivo principal de esta experiencia es calibrar una termopila para medir la temperatura absoluta de un objeto utilizando la ley de Stefan-Boltzmann. A través de esta calibración, podremos cuantificar de manera precisa la radiación térmica emitida por el objeto

y relacionarla con su temperatura.

### 2.2. Objetivos específicos

- ▷ Comprender el concepto de cuerpo negro y su importancia en la radiación térmica.
- ▷ Familiarizarse con el funcionamiento de una termopila y el principio físico que la rige.
- ▷ Definir las cantidades físicas clave relacionadas con la radiación, como la potencia y la intensidad.
- ▷ Aplicar la ley de Stefan-Boltzmann para relacionar la potencia radiante con la temperatura de un cuerpo negro.
- ▷ Registrar y analizar los datos experimentales para calibrar la termopila y determinar la temperatura absoluta del objeto.

## 3. Preparación de la práctica

### 3.1. El cuerpo negro [1]

El término radiación se refiere a la emisión continua de energía desde la superficie

de cualquier cuerpo, esta energía se denomina radiante y es transportada por las ondas electromagnéticas que viajan en el vacío a la velocidad de  $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ . Las ondas de radio, las radiaciones infrarrojas, la luz visible, la luz ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma, constituyen las distintas regiones del espectro electromagnético.

La superficie de un cuerpo negro es un caso límite, en el que toda la energía incidente desde el exterior es absorbida y toda la energía incidente desde el interior es emitida.

No existe en la naturaleza un cuerpo negro, incluso el negro de humo refleja el 1 % de la energía incidente.

Sin embargo, un cuerpo negro se puede sustituir con gran aproximación por una cavidad con una pequeña abertura. La energía radiante incidente a través de la abertura, es absorbida por las paredes en múltiples reflexiones y solamente una mínima proporción escapa (se refleja) a través de la abertura.

### **3.2. En este experimento ¿qué equipo se usará como aproximación a un cuerpo negro?**

En la experiencia 6, se utilizará el “Black body accessory” como una aproximación a un cuerpo negro. La ley de Stefan-Boltzmann se aplica a la radiación de un cuerpo negro ideal, que absorbe y emite toda la radiación que incide sobre él. Aunque ningún objeto en la vida real es un cuerpo negro perfecto, algunos accesorios o dispositivos se diseñan para que sean lo más cercanos posible a un cuerpo negro y sigan aproximadamente esta ley para la radiación.

### **3.3. ¿Qué es una termopila y qué principio físico rige su comportamiento?**

Las termopilas convierten la energía térmica en energía eléctrica. Las termopilas utilizan varios termopares conectados en serie o en paralelo. Las termopilas se utilizan para la detección de temperatura sin contacto. La función de una termopila es transferir la radiación de calor emitida por el objeto a una salida de tensión. La salida está en el rango

de decenas o cientos de milivoltios [2].

Las termopilas funcionan según el principio físico del efecto Seebeck, que es un fenómeno termoeléctrico en el cual se genera una diferencia de voltaje eléctrico (una fuerza electromotriz o fem) en un circuito eléctrico cuando se establece una diferencia de temperatura a lo largo de sus extremos. Este efecto es responsable de la generación de electricidad a partir de diferencias de temperatura y es la base de funcionamiento de las termopilas.

### 3.4. Las siguientes cantidades físicas sirven para cuantificar la radiación ...

▷ Potencia: La potencia radiante (P) es la cantidad de energía radiante emitida o recibida por un objeto o sistema en una unidad de tiempo determinada. En el contexto de la radiación, esta energía radiante puede manifestarse en forma de radiación térmica, como el calor infrarrojo, y es fundamental para comprender cómo los objetos emiten y absorben energía térmica a través de la radiación electromagnética [3].

▷ Intensidad: La intensidad en el ámbito de

la física se refiere a la potencia transferida por unidad de área, donde el área se encuentra en un plano perpendicular a la dirección de propagación de la energía. En el Sistema Internacional de Unidades (SI), la intensidad se mide en vatios por metro cuadrado ( $\frac{W}{m^2}$ ). Esta medida se utiliza principalmente en el estudio de las ondas, como la radiación electromagnética, para cuantificar la cantidad de energía transmitida por unidad de área [4].

### 3.5. Que dice la ley de Stefan-Boltzmann para la radiación de un cuerpo negro [5]

La energía radiada por un radiador de cuerpo negro por segundo, por unidad de superficie, es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta y está dada por

$$\frac{P}{A} = \sigma T^4 \frac{j}{m^2 s}$$
$$\sigma = 5,6703 \times 10^{-8} W/m^2 K^4$$

Para objetos calientes distintos de los radiadores ideales, la ley se expresa en la forma

$$\frac{P}{A} = e\sigma T^4$$

donde  $e$  es la emisividad del objeto ( $e = 1$  para el radiador ideal). Si el objeto caliente está radiando energía hacia su entorno mas frío a una temperatura  $T_c$ , la tasa de pérdida de radiación neta, toma la forma

$$P = e\sigma A(T^4 - T_c^4)$$

La fórmula de Stefan-Boltzmann, también, está relacionada con la densidad de energía en la radiación hacia un volumen de espacio determinado.

## 4. Resumen del procedimiento

En esta experiencia, utilizaremos un cilindro de latón bruñido como una aproximación a un cuerpo negro. El cilindro se calentará a diferentes temperaturas en un horno eléctrico, y se medirá la radiación térmica emitida por este cuerpo negro utilizando una termopila de Moll. Para calibrar la termopila, registraremos la temperatura ambiente y la diferencia de potencial generada por la termopila debido a la radiación del cuerpo negro. Luego, aplicaremos la ley de Stefan-Boltzmann para determinar la temperatura absoluta del cilindro de latón y explorar la relación en-

tre la temperatura y la radiación térmica. Esta práctica nos permitirá comprender mejor cómo se cuantifica la radiación térmica y cómo se aplica la ley de Stefan-Boltzmann en situaciones experimentales.

## Referencias

- [1] A. Franco. *El cuerpo negro*. es. 2016. URL: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/calor/radiacion/radiacion.html>.
- [2] *TERMOPILAS*. es. URL: <https://www.kanthal.com/es-es/aplicaciones/medici%C3%B3n-de-la-temperatura/termopilas/>.
- [3] *Potencia en Física*. es. URL: <https://concepto.de/potencia-en-fisica/>.
- [4] Blog MásMóvil. «¿QUÉ ES LA INTENSIDAD?» es. En: *Blog Pepeenergy* (nov. de 2021). URL: <https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-intensidad/>.
- [5] *Ley de Stefan-Boltzmann*. URL: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/stefan.html>.