

EXPERIENCIA 6**LEY DE STEFAN-BOLTZMANN PARA LA RADIACION.****OBJETIVOS:**

Calibrar una termopila para la medición de temperatura absoluta, usando la ley de Stefan-Boltzmann para la radiación de un cuerpo negro.

MATERIALES

1 Electric oven for 230 V.....	555 81
1 Black body accessory	389 43
1 Safety connection box with ground.....	502 061
1 Support for electric oven.....	555 84
1 Sensor-CASSY.....	524 010 USB
1 CASSY Lab.....	524 200
1 NiCr-Ni Adapter S	524 0673
1 NiCr-Ni Temperature sensor 1.5 mm.....	529 676
1 μ V-box	524 040
1 Moll's thermopile.....	557 36
1 Small optical bench, shortrod.....	460 43
1 Stand base, V-shape, 28 cm.....	300 01
4 Leybold multiclamp	301 01
1 Universal clamp, 0-80 mm	666 555 1
Pair cables 100 cm, red/blue	50146
<i>additionally required: 1 PC with Windows 98 or higher</i>	
<i>Additionally recommended:</i>	
1 Immersion pump 12 V.....	388 181
1 Low-voltage power supply	521 230
1 Silicone tubing, 7 mm Ø.....	667 194
1 Laboratory bucket, 10 l	604 291

PREPARACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. ¿Qué es un cuerpo negro?
2. En este experimento ¿qué equipo se usará como aproximación a un cuerpo negro?
3. ¿Qué es una termopila y qué principio físico rige su comportamiento?
4. Las siguientes cantidades físicas sirven para cuantificar la radiación:
 - Potencia, ○
 - Intensidad

Defínalas y diga sus unidades en el SI.

5. Que dice la ley de Stefan-Boltzmann para la radiación de un cuerpo negro.

PRINCIPIOS La ley de Stefan-Boltzmann

La ley de Stefan-Boltzmann establece que la potencia total por unidad de área R emitida por un cuerpo negro aumenta proporcionalmente a la temperatura absoluta T elevada a la cuarta potencia. Más precisamente,

$$R = \sigma T^4, \quad (1)$$

donde $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$ es la constante de Stefan-Boltzmann

Termopares

Los termopares consisten en dos hilos metálicos de diferentes materiales, unidos en un extremo. Esta unión constituye el punto de medición llamado junta caliente. El otro extremo se llama junta fría.

El calentamiento de la junta de medición provoca una diferencia de potencial eléctrica aproximadamente proporcional a la temperatura (Efecto termoeléctrico, efecto Seebeck). Esta diferencia de potencial se debe a dos factores: la densidad de electrodos diferentes de los dos materiales y de la diferencia de temperatura entre punto caliente y punto frío. Esto significa que un termopar no mide la temperatura absoluta sino la diferencia de temperatura entre la junta caliente y la junta fría. El grupo de termopares conectados en serie recibe el nombre de termopila.

Descripción del “cuerpo negro” a utilizar

En este experimento se utiliza como cuerpo negro en un cilindro de latón bruñido y una pantalla. El cilindro de latón, que está sellado en un extremo, se desliza en el horno eléctrico y se calienta a la temperatura deseada. La pantalla, que puede ser refrigerada por agua si es necesario, está dispuesta en frente del horno eléctrico, de modo que esencialmente sólo la radiación térmica del cilindro se mide, y no la pared exterior del horno caliente. Un sensor de temperatura NiCr-Ni conectado a CASSY se utiliza para medir la temperatura del cilindro de latón.

La radiación térmica emitida por el cilindro se mide usando una termopila de Moll que está conectada a la interfaz CASSY. La termopila contiene una serie de termopares conectados en serie. Los puntos de medición (juntas calientes) absorben la radiación incidente casi por completo, mientras que los puntos de comparación (juntas frías) están a la temperatura ambiente.

De este modo podemos considerar la diferencia de potencial V de salida de la termopila como proporcional a la diferencia entre la radiación absorbida por la junta caliente y la radiación absorbida del medio ambiente por la junta fría (R'). Esto es:

$$V = \tau(R - R') = \tau\sigma(T^4 - T_0^4), \quad (2)$$

donde T_0 es la temperatura ambiente medida en el laboratorio en el momento de realizar el experimento y τ es la constante de proporcionalidad.

MONTAJE

El montaje se ilustra en la figura 1.

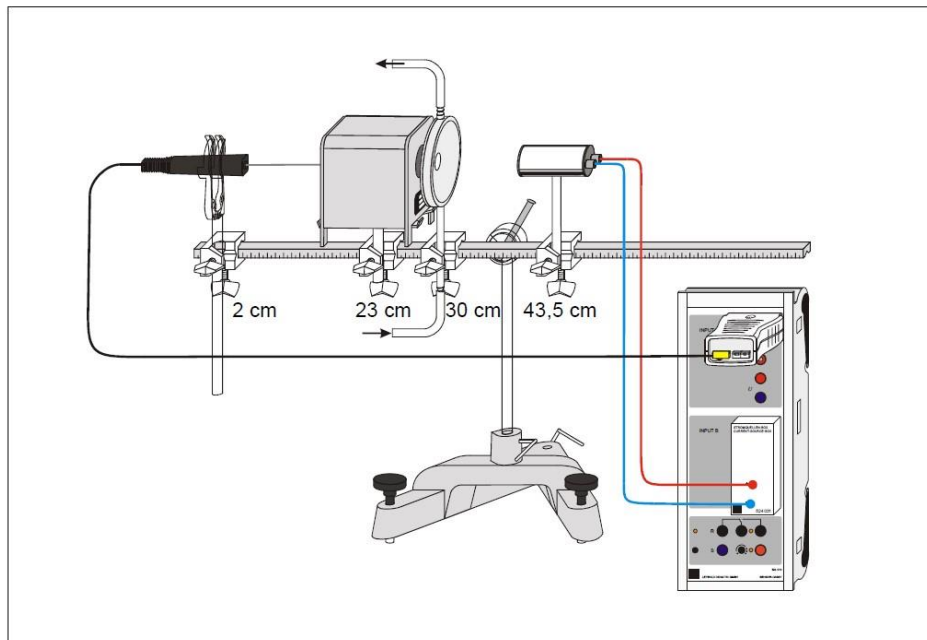


Figura 2. Arreglo experimental para el estudio de la radiación.

Sugerencias:

La intensidad a medir es muy baja; como resultado, la medición es extremadamente susceptible a la interferencia de influencias del medio ambiente:

- Nunca toque la termopila con la mano durante la medición.
- No trabaje cerca de la termopila, y especialmente no en frente de él.
- Evite corrientes de aire y las variaciones en la temperatura ambiente durante la experimento.
- Evite interferir radiación; si es necesario defienda el sistema con cartón.
- Oscurezca la habitación si es necesario.

- La interferencia puede ser causada por: radiación directa de calor corporal en la termopila, reflexión de la radiación en superficies reflectantes (por ejemplo prendas de vestir de color claro), radiadores, luz del sol y otras fuentes de luz.

Recomendaciones de seguridad

Peligro de quemaduras: la pared exterior del horno eléctrico puede superar los 200 ° C.

- Evitar la quema de la piel con el horno eléctrico caliente.
- Sólo operar el horno eléctrico en su apoyo.
- Lea la Hoja de Instrucciones para el horno eléctrico con cuidado y observar todas las instrucciones.

Procedimiento para el montaje

Observe el video del enlace:

<https://youtu.be/YczYmQ7wOM8>

1. Deslice el cilindro bruñido en el horno eléctrico.
2. Configure el horno eléctrico, la pantalla y la termopila como se muestra en la Fig. 2, de modo que la vara de la termopila este unos 15 cm delante de la apertura del horno eléctrico. La pantalla debe colocarse cerca de 5 - 10 mm delante del horno eléctrico, con el lado de metal hacia la termopila.

Nota: La ventana de vidrio absorbe la radiación de onda larga más que la radiación de onda corta, y por lo tanto falsifica sistemáticamente la medición dependiente de la temperatura de la intensidad radiante

3. Retire la ventana de cristal de la termopila.
4. Conecte el sensor de temperatura NiCr-Ni al termómetro digital e insértela en el pequeño agujero central del cilindro de latón bruñido tan lejos como sea posible.
5. Montar el sensor de temperatura en el lugar con la abrazadera universal.
6. Alinear los orificios del horno eléctrico, la pantalla y la termopila para que el calor radiante incida directamente sobre la apertura de la termopila.
7. Conecte el sensor de temperatura Ni-Cr-Ni a través del Adaptador S a la entrada "A" del Sensor-CASSY.
8. Conecte la termopila través de la interfaz a la "Entrada B" de Sensor-CASSY. Asegúrese de que el enchufe negro de la termopila está conectado a la toma de tierra de la caja.

9. Abrir el software CASSY Lab y realice la toma de datos con ayuda del profesor o del auxiliar de laboratorios. No olvide registrar la temperatura ambiente T_0 a la que se encuentra el salón de laboratorios.

Análisis de datos

1. Escriba en una hoja de cálculo los datos del voltaje de la termopila V (en Voltios) y la correspondiente temperatura T (en grados Kelvin) registrados por el sensor.
2. Realice una nueva columna con los valores calculados de $T^4 - T_0^4$.
3. Genere una gráfica V vs. $(T^4 - T_0^4)$ y realice un ajuste lineal.
4. Escriba el valor de la pendiente de la recta obtenida (con sus respectivas unidades) y utilice su valor para calcular la constante de proporcionalidad τ con ayuda de la ecuación (2) y el valor conocido de la constante de StefanBoltzmann.
5. Escriba ahora la curva de calibración de la termopila $T(V)$, la cual permite calcular la temperatura de un cuerpo radiante conociendo el voltaje registrado por la termopila.
6. Utilice la curva de calibración de la termopila para calcular la temperatura (en grados centígrados) a la que se debió encontrar el horno en el momento en que la termopila registró una diferencia de potencial $V = 2,00$ mV.

FIN