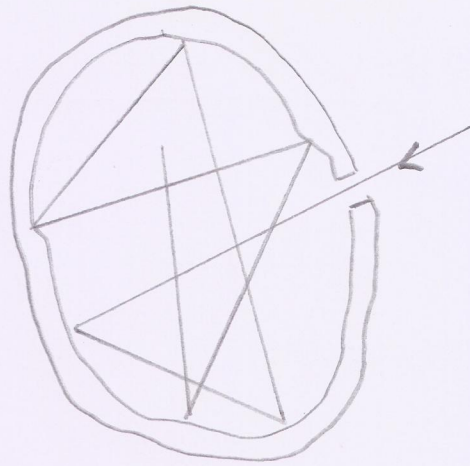


Cuerpo Negro

1

- ✓ En general, la forma detallada del espectro de radiación térmica emitida por un cuerpo caliente, depende de la composición del mismo.
- ✓ Sin embargo, experimentalmente se encuentra que solo hay una clase de cuerpos que emiten espectros térmicos cuyas características son universales.
- ✓ Estos cuerpos se denominan Cuerpos Negros.
- ✓ Un cuerpo negro absorbe toda la radiación que incide sobre él.
- ✓ El nombre "cuerpo negro" es apropiado pues un cuerpo negro no refleja la luz que incide sobre él y por lo tanto se ve negro.
- ✓ Un ejemplo de un cuerpo "casi" negro es cualquier objeto pintado de negro opaco.
- ✓ Independientemente de su composición, todos los cuerpos negros a la misma temperatura emiten el mismo espectro de radiación térmica.
(Intensidad vs ν ó Intensidad vs λ)

Otro ejemplo
de
Cuerpo Negro



✓ Objeto que contiene una cavidad y que se comunica con el exterior por medio de un agujero pequeño

- ✓ La radiación de exterior que incide sobre el agujero, penetra en la cavidad y se refleja hacia todos los sentidos en la pared de la cavidad, hasta finalmente ser absorbida por esta pared.
- ✓ Si el área del agujero es muy pequeña, comparada con el área de la superficie interna de la cavidad, la radiación reflejada hacia el exterior a través del agujero será despreciable.
- ✓ Ya que prácticamente toda la radiación que incide sobre el agujero es absorbida, entonces el agujero tiene todas las propiedades de la superficie de un cuerpo negro.
- ✓ Al calentarse las paredes de la cavidad a una temperatura T , estas emiten radiación térmica que llena la cavidad.
- ✓ Una pequeña fracción de esta radiación sale al exterior a través del agujero.

✓ Como el agujero tiene las propiedades de un cuerpo negro, la radiación que sale por el agujero (la radiación que emite el agujero) es la radiación de un cuerpo negro. 3

✓ Ya que la radiación que sale por el agujero es una "muestra" de la radiación presente en la cavidad, la radiación de la cavidad debe tener el espectro de radiación de cuerpo negro a una temperatura T que es la temperatura de las paredes de la cavidad.

✓ ¿Cómo se especifica el espectro de emisión de radiación térmica que sale por el agujero?

$R_T(\lambda)$ = Radiancia espectral

$R_T(\lambda) d\lambda$ = energía emitida, por unidad de área y por unidad de tiempo, de radiación electromagnética con longitud de onda comprendida entre λ y $\lambda + d\lambda$, por un cuerpo negro a temperatura absoluta T .

Unidades: $[T] = K$

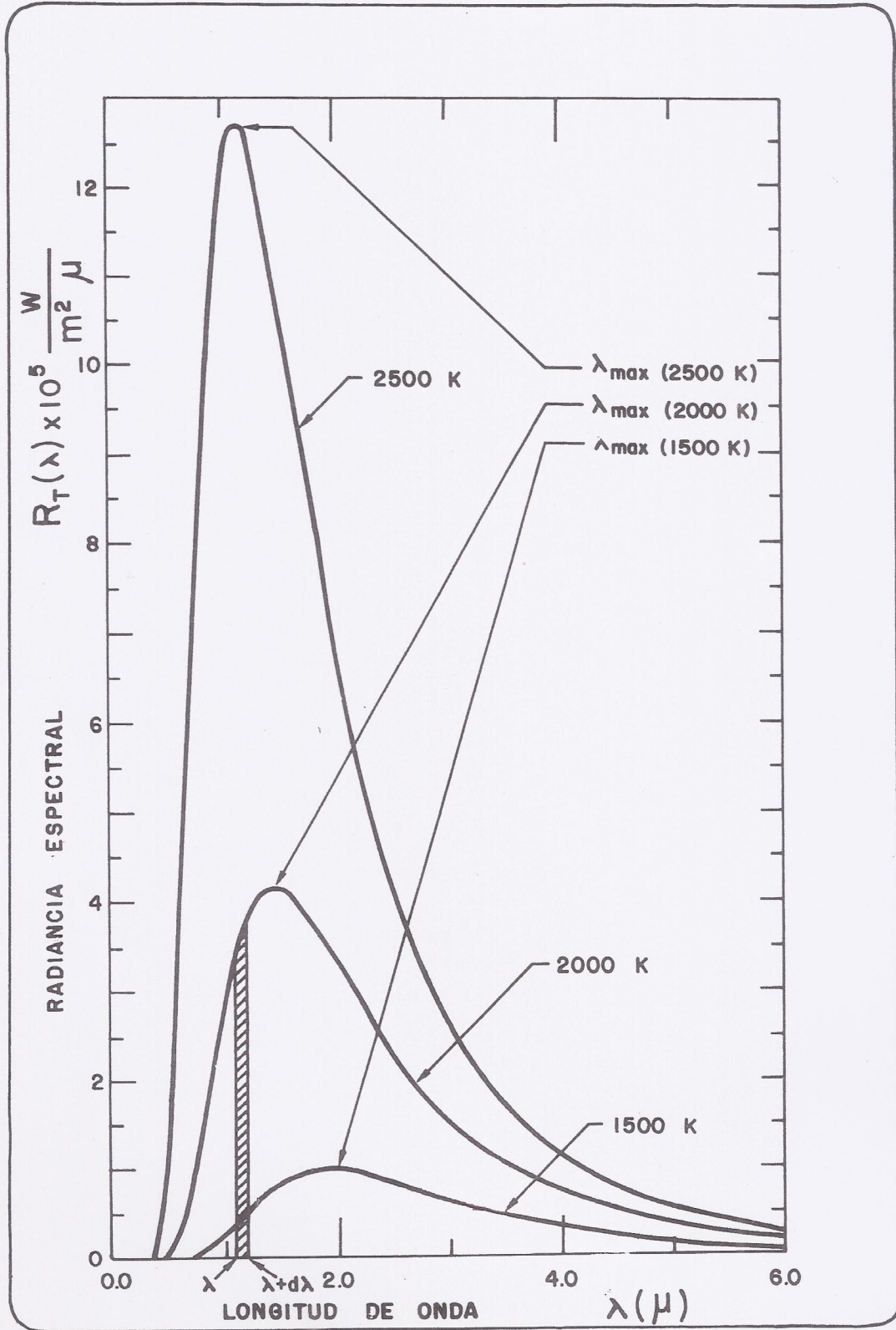
$[\lambda] = m$

$$[R_T(\lambda) d\lambda] = \frac{J}{s \cdot m^2} = \frac{W}{m^2}$$

$$[R_T(\lambda)] = \frac{W}{m^2 \cdot m} = \frac{W}{m^3}$$

CURVAS DE $R_T(\lambda)$ vs λ PARA UN CUERPO NEGRO A DISTINTAS TEMPERATURAS

4



empírica (1879-1884)
LEY STEFAN-BOLTZMAN

$$R_T = \sigma T^4$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$

LEY DE WIEN

$$\lambda_{max} T = \text{constante}$$

$$\text{constante} = 2.9 \times 10^{-3} m$$

✓ El área sombreada es una medida de la energía emitida (por unidad de área y por unidad de tiempo) por un cuerpo negro, para longitudes de onda comprendidas entre λ y $\lambda + d\lambda$.

Fig. 23.2-1

✓ energía por unidad de tiempo por unidad de área es intensidad.

$$R_T = \int_0^{\infty} R_T(\lambda) d\lambda = \text{Radiancia (solo depende de T)}$$

$$[R_T] = \frac{W}{m^2}$$

J. Stefan (1835-1893)

Ludwig Boltzmann (1844-1906)

W. Wien (1864-1928)

✓ J. Stefan en 1879 encontró empíricamente que la energía total emitida por unidad de tiempo y por unidad de área R_T es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta T .

$$R_T \propto T^4$$

✓ L. Boltzmann en 1884 estableció, a partir de principios generales de termodinámica, la validez de la proposición de Stefan escribiendo

$$R_T = \sigma T^4$$

que se conoce como la ley de Stefan-Boltzmann, en donde σ es una constante dada aproximadamente por

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4}$$

✓ El área bajo la curva de $R_T(\lambda)$ vs λ , es decir $R_T = \int_0^{\infty} R_T(\lambda) d\lambda$ aumenta proporcionalmente a T^4 .

✓ Además, se observa que el máximo de $R_T(\lambda)$ (en el gráfico $R_T(\lambda)$ vs λ) ocurre para longitudes de onda más pequeñas a medida que aumenta la temperatura.

✓ Denominando λ_{\max} la longitud de onda para la cual $R_T(\lambda)$ es máxima, W. Wien (1864-1928), usando argumentos de termodinámica, encontró una relación entre λ_{\max} y T , conocida como la ley del desplazamiento de Wien ⁶

$$\lambda_{\max} T = \text{constante}$$

✓ A partir de curvas experimentales de $R_T(\lambda)$ vs λ para diferentes valores de T , se determina que el producto $\lambda_{\max} T$ no depende de la curva que se utilice.

$$\Rightarrow \text{constante} = 2.90 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

✓ A medida que aumenta la temperatura de un objeto, los colores van del rojo al anaranjado, al amarillo, al azul, al blanco azulado.