PRÁCTICA 7

MEDICIÓN DE LA EMITANCIA TÉRMICA

MEDICIÓN DE LA EMITANCIA TÉRMICA COMO PROPIEDAD DE LOS MATERIALES Y DETERMINANTE EN EL COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LOS EDIFICIOS

Esta práctica fue elaborada con recursos del Fondo CONACyT-SENER, a través del proyecto 260155

Laboratorio de Edificación
Sostenible | LES

Facultad de Arquitectura, Universidad
Nacional Autónoma de México

Autores:
Dra. Adriana Lira Oliver
Ana Belén Guevara Mon

Formato:
Luis Francisco López Gutiérrez

Ilustraciones:
Dra. Adriana Lira Oliver
Joel Barajas Flores
Ana Belén Guevara Mon

ÍNDICE

Introducción 2

Objetivo general 6

Marco teórico 6

Medición de la emitancia térmica 6

Práctica 6

Instrumentación 6

Preguntas 8

INTRODUCCIÓN

Todo cuerpo a una cierta temperatura T radía ondas electromagnéticas en diferentes intervalos del espectro electromagnético. Dependiendo de su temperatura, un cuerpo puede radiar desde el ultravioleta hasta el infrarrojo y las microondas. El 99% de la radiación solar está en el intervalo del espectro de 150 nm a 4000 nm. La luz visible está en el intervalo de los 380 nm a 830 nm. La atmósfera de la Tierra constituye un importante filtro que hace inobservable radiaciones de longitud de onda inferiores a 290 nm, por la fuerte absorción del hidrógeno y el oxígeno. La atmósfera es opaca a toda radiación infrarroja de longitud de onda superior a los 24 000 nm, de ahí que la Tierra sufra del efecto invernadero. El espectro solar tiene su máximo en los 555 nm, lo que equivale a una temperatura de 5 900 K, que corresponde a la temperatura de la superficie del Sol (ver figura 1).

La radiación solar calienta los objetos que se encuentran en la superficie terrestre. Dependiendo de las propiedades térmicas de los materiales y de la temperatura ambiente, los objetos pueden alcanzar temperaturas de hasta 80 °C. De acuerdo a la ecuación de Wien, un cuerpo a una temperatura T radiará a una cierta longitud de onda dada por:

$$\lambda max = 2.898x10\text{^}(-3)/(T(K)) \quad (m)$$

donde K denota grados kelvin. La conversión del valor de la temperatura de grados centígrados a grados Kelvin está dada por:

$$T(K) = 273 + T(°C)$$

Por lo tanto, el máximo de la distribución de temperaturas, a medida que la temperatura de un cuerpo aumenta, se corre a menores longitudes de onda:

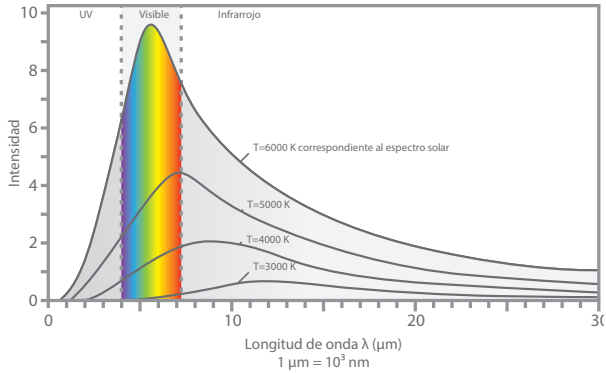

FIGURA 1

Por lo tanto, un cuerpo a T = 80 °C radiará con una distribución de temperaturas cuyo máximo está alrededor de los 8 200 nm. Los fotones correspondientes a la parte del espectro solar entre los 1000 nm y los 50 000 nm (entre 1eV y 0.025 eV), provocan transiciones entre los estados vibracionales. Esta es la región del infrarrojo e infrarrojo lejano. En longitudes de onda mayores a las del infrarrojo lejano se tienen la microondas, cuyas longitudes de onda ya son tan grandes que las unidades que se utilizan para caracterizarlas son los centímetros. En la región de las microondas la energía de los fotones asociados a estas longitudes de onda provocan transiciones rotacionales en las moléculas de los materiales (ver figuras 2 y 3).

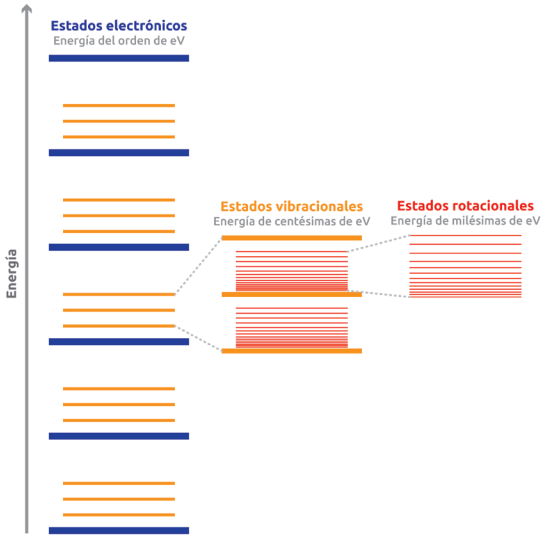

FIGURA 2

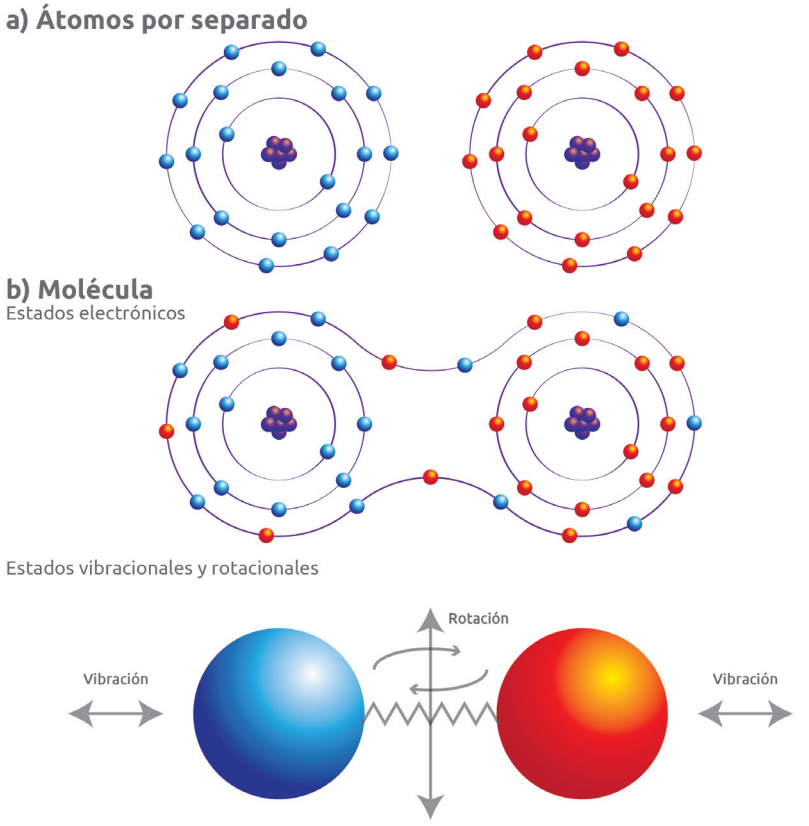

FIGURA 3

Los materiales de construcción expuestos a la radiación solar que pueden alcanzar temperaturas de hasta de 80°C, emitirán en el infrarrojo, por lo que contribuirán en forma determinante a las islas de calor urbanas y sobrecalentarán el interior de la edificación.

La emitancia térmica de una superficie es la proporción de radiación térmica emitida a una temperatura dada con relación al cuerpo negro. Es una magnitud adimensional que toma valores entre 0 y 1; para el cuerpo negro $\varepsilon = 1$, para cualquier otro cuerpo $\varepsilon < 1$.

La emitancia térmica es una característica de los materiales que junto con la reflectancia solar es muy importante para el cálculo del índice de la reflectancia solar, para determinar el comportamiento térmico de las envolventes de los edificios y de los pavimentos en una área urbana (ver figura 4 y tabla 1).

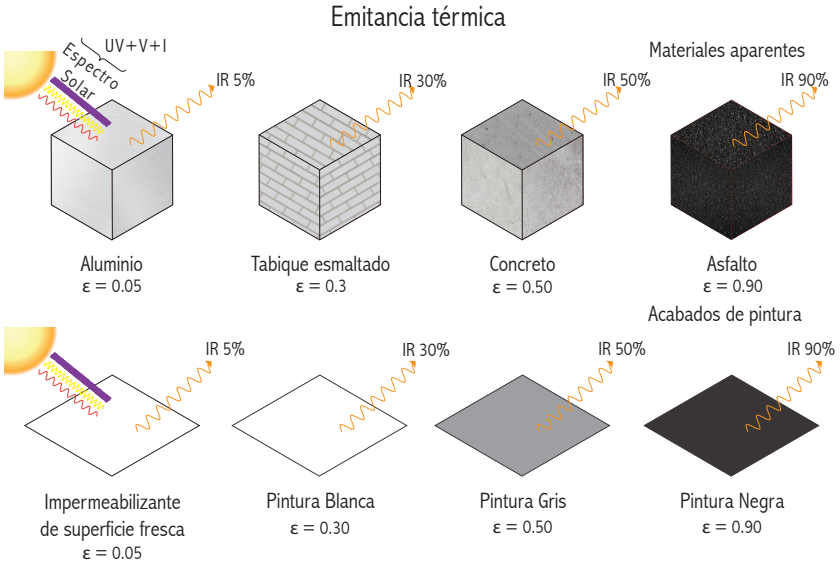

FIGURA 4. Representación de la emitancia térmica y reflectancia solar de diferentes materiales de construcción; se puede observar como materiales con colores similares presentan pueden tener reflectancias solares y emitancias térmicas distintas, y por tanto, su temperatura será diferente

	Temperatura del tejado (°C)			
Temperatura ambiente (°C)	30	25	20	15
Superficie fresca "Tejados IMPER SAN" reflectancia solar: 0.822; emitancia: 0.87	37.1	32.4	27.6	22.9
Membrana bituminosa plana reflectancia solar: 0.05; emitancia: 0.10	76.4	72.3	68.1	64.0
Chapa de aluminio reflectancia solar: 0.54; emitancia: 0.10	65.6	60.7	55.8	50.9
Lámina galvanizada nueva reflectancia solar: 0.35; emitancia: 0.175	77.7	73.0	68.2	63.5
Lámina galvanizada oxidada reflectancia solar: 0.20; emitancia: 0.28	84.7	80.2	75.6	71.0
Tejas de asbesto reflectancia solar: 0.03; emitancia: 0.80	80.0	75.8	71.7	67.5

TABLA 1. Temperatura de diferentes materiales según su reflectancia solar y emitancia térmica.

Para establecer la metodología para la determinación de la emitancia de materiales opacos a temperaturas cercanas a la temperatura ambiente, que son las condiciones de los materiales para la construcción, se han desarrollado las normas ASTM E408 y C1371-04ª.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta práctica es que te familiarices con el concepto de emitancia térmica y sus valores para varios materiales. Utilizarás instrumentos bajo dos diferentes normas internacionales recomendadas para la certificación de edificios.

MARCO TEÓRICO

MEDICIÓN DE LA EMITANCIA TÉRMICA

Existen varios métodos para medir la emitancia térmica, de los cuales dos están registrados bajo las normas ASTM: E408 y C1371-04ª. Ambos métodos miden la radiación infrarroja emitida por una superficie la cual se calienta con el suministro de una cantidad de calor determinada por el aparato mismo. Para la detección de la emisión de la radiación de la superficie calentada ambas técnicas utilizan un sistema basado en termopilas. El instrumento que mide la emitancia térmica bajo la norma E408 mide la radiación emitida en el intervalo de 1 900 nm a 21 000 nm, mientras que el que está bajo la norma C1371-04ª mide la radiación emitida por la superficie de estudio en el intervalo de 3 000 nm a 30 000 nm. Ambos intervalos están dentro del espectro del infrarrojo del Sol donde se tiene la mayor contribución de la radiación solar en el infrarrojo.

PRÁCTICA

INSTRUMENTACIÓN

1. Emisómetro térmico bajo la norma ASTM C1371-04ª (ver figura 5).
2. Emisómetro térmico bajo la norma ASTM E408 (ver figura 6).

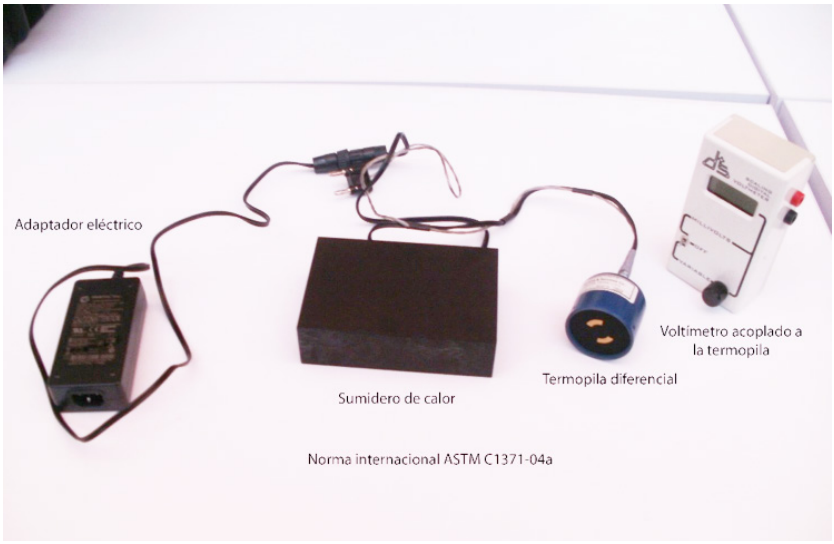

FIGURA 5. Emisómetro térmico bajo la norma ASTM C1371-04ª.

FIGURA 6. Emisómetro térmico bajo la norma ASTM E408.

PREGUNTAS

1. ¿De qué depende que un cuerpo radíe en una determina región del espectro electromagnético?
2. Si un cuerpo expuesto a la radiación solar no radía, ¿qué sucede?
3. ¿Por qué la radiación infrarroja es la que calienta?
4. ¿Cuál región del espectro solar es la más energética, la untravioleta o la infrarroja?
5. ¿Si tiene que diseñar una vivienda en un clima caliente, que emitancia térmica debe tener el material para su construcción?

UNAM • Facultad de Arquitectura • Junio 2017