

PRÁCTICA Nº 1

CASA TÉRMICA I. RÉGIMEN ESTACIONARIO

1. OBJETIVOS

- Determinación de la conductividad térmica de paredes de distintos materiales.
- Determinación del coeficiente de transmisión de calor por convección entre el aire interior y las paredes (h_i).
- Determinación del coeficiente global de transmisión de calor (H) para paredes compuestas.
- Determinación de las pérdidas de calor a través de paredes planas.

2. MATERIAL.

Casa térmica. Termostato. Regla graduada. 6 termopares NiCr-Ni (sondas). 3 registradores de temperatura. Cronómetro.

Elementos para construir paredes de ensayo:

2 paneles de poliestireno ($d=2\text{cm}$) (21x21 y 25x25 cm)

1 panel de madera ($d = 2\text{cm}$)

1 panel de madera ($d = 1\text{cm}$)

1 panel de madera ($d = 4\text{cm}$) } 3 cm

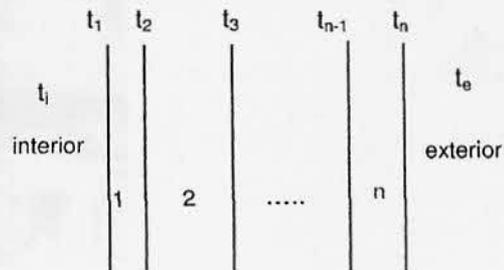
1 cristal doble ($d = 2\text{cm}$)

2 Tiras de esponja

Cinta adhesiva

3. FUNDAMENTO TEÓRICO

La transmisión de calor se puede realizar por tres mecanismos diferentes: conducción, convección y radiación. Aunque el mecanismo de calefacción interna sea en este caso por radiación y convección, el flujo de energía a través de una pared homogénea se puede obtener suponiendo despreciable la radiación frente a la convección aire-pared, y a la conducción a través de la pared.



En el estado estacionario, el flujo de calor ϕ es proporcional al área de la pared S y a la diferencia de temperaturas entre sus caras.

– El flujo de calor por *convección* aire-pared en el interior $\phi_{CV,i}$, viene dado por:

$$\phi_{CV,i} = h_i S (t_i - t_1) \quad (\text{Ec. 1})$$

donde h_i ($\text{Wm}^{-2} \text{K}^{-1}$) es el coeficiente de transmisión de calor por convección aire-pared en el interior, y t_i la temperatura ambiente interior.

– El flujo de calor por *conducción* a través de la pared compuesta ϕ_{CD} , viene dado por:

$$\phi_{CD} = \frac{(t_1 - t_n)}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{k_i S_i}} \quad (\text{Ec. 2})$$

donde n es el número de paredes, k_i la conductividad térmica, d_i el espesor y S_i la superficie de cada una de las paredes.

– El flujo de calor por *convección* aire-pared exterior $\phi_{cv,e}$ es:

$$\phi_{cv,e} = h_e S (t_n - t_e) \quad (\text{Ec. 3})$$

donde h_e tiene un valor de $8.1 \text{ W K}^{-1} \text{ m}^2$.

Alcanzado el régimen estacionario, los flujos de calor han de ser iguales:

$$\phi_{cv,i} = \phi_{cd} = \phi_{cv,e}$$

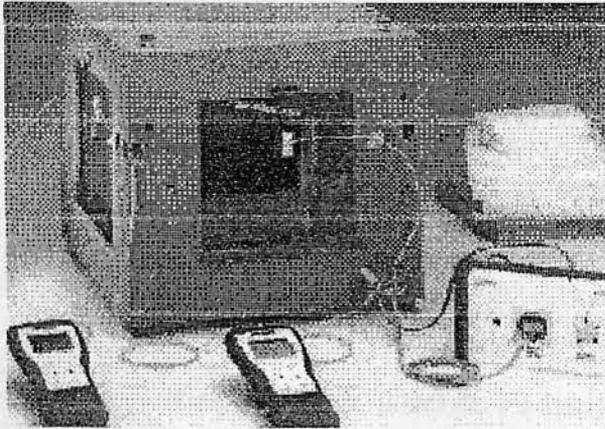
y de las ecuaciones anteriores se obtiene :

$$\phi = H S (t_i - t_e) \quad (\text{Ec. 4})$$

donde el coeficiente global de transmisión de calor H representa el flujo de calor que atraviesa una pared de 1 m^2 de superficie con una diferencia de 1 grado de temperatura ambiente entre ambos lados de la misma. Su valor al obtener la Ec. 4 será:

$$\frac{1}{H} = \frac{1}{h_i} + \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{k_i} + \frac{1}{h_c} \quad (\text{Ec. 5})$$

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL A UTILIZAR



Descripción de la casa térmica

En cada pared lateral existe una abertura cuadrada de $21 \text{ cm} \times 21 \text{ cm}$ donde se sitúan las paredes a ensayar. Las que se colocan en la cara interna se apoyan en el suelo de la casa y se fijan al lateral de la misma con dos tornillos. Las que se colocan en la cara externa se apoyan en el soporte y se fijan con la palomilla exterior.

En cada esquina existe un orificio pasante con espuma aislante para introducir las sondas térmicas.

La instalación de calefacción comprende el cable de conexión a red, un portalámparas con bombilla de 120 W , bajo una caja negra que asegura una radiación

uniforme sobre las paredes y calentamiento por convección del aire interior. Las bombillas de esta potencia, (**atención al casquillo**) tienen que usarse siempre en combinación con un termostato para evitar desperfectos por sobrecalentamiento. Para conectar el termostato hay que usar la toma 5 pin que hay en la pared externa de la casa, y dentro de la misma existe una sonda térmica (sobre la caja negra) que a su vez se conecta a la toma en el suelo interior de la casa.

La tapa de la casa está bien aislada térmicamente. Se ajusta con cuatro tornillos situados sobre las esquinas.

Descripción del termostato

Posee un selector de temperatura, un conector para la sonda térmica, un cable para conexión a red, un interruptor y un piloto que indica el estado de conexión. Durante el procedimiento experimental se conecta y desconecta automáticamente para regular la temperatura del recinto.

Descripción del registrador de temperaturas.

En la pantalla aparecerán simultáneamente t_1 para la sonda izquierda, t_2 para el termopar derecho. Con las flechas Δ y ∇ se selecciona cuál de las dos temperaturas aparece en el visor grande. En todo momento vemos en los laterales de la pantalla a qué termopar corresponde cada lectura.

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Anotar la temperatura del aire exterior (ambiente) del laboratorio. Abrir la tapa de la casa térmica. (**NO HAY QUE EXTRAER LOS TORNILLOS**) y construir las paredes que se detallan a continuación (una en cada ventana), colocando una sonda en cada cara de las paredes 1 y 4 (total 6 temperaturas), introduciéndolas por las aberturas de las esquinas de la casa térmica. Hay que situarlas a la misma altura de los orificios de entrada, y en el centro de las paredes.
 - pared 1: madera de $d = 3$ cm
 - pared 2: doble cristal
 - pared 3: Pared compuesta con: panel de madera ($d = 2$ cm) con una cara hacia la parte exterior de la ventana, y pegada a la otra cara, el panel de poliestireno de 25×25 cm y $d = 2$ cm.
 - pared 4: Pared compuesta con: panel de poliestireno de 21×21 cm y $d = 2$ cm en el soporte exterior de la ventana escogida; un hueco de aire de 1 cm de espesor y el panel de madera $d = 1$ cm. Usar tiras de esponja en la base y en la parte alta para separar los paneles y mantener el hueco de aire.

ATENCIÓN: Hay que identificar en todo momento cuál es el material que mide cada registrador y la temperatura de cada sonda.

2. Se cierra la tapa de la casa térmica. Se anotan las temperaturas de todas las caras de los paneles de ensayo.

3. Se conecta la casa al termostato, éste a la red, y se enciende el interruptor del termostato, colocando la selección de temperatura al máximo. Se pone en marcha el cronómetro y se deja calentar durante 60 min. **El elemento calefactor se mantendrá encendido hasta el final de las medidas.**
4. Pasado ese tiempo, se anotan cada minuto las seis temperaturas durante un período de 10 min. Para entonces, se habrá alcanzado el estado estacionario. Se pone a cero el cronómetro.
5. Se abre la tapa de la casa térmica y se cambian las sondas para ensayar las paredes 2 y 3. Una de las seis sondas se utiliza para medir la temperatura del recinto interior de la casa térmica. La punta sensible del termopar debe quedar introducida unos 5 cm dentro de la casa. Una vez cerrada la tapa de la casa, se pone en marcha el cronómetro, **se espera unos 15 minutos** y, al cabo de este tiempo, se anotan las temperaturas. Finalmente, se para el cronómetro y se apaga el termostato.

5. RESULTADOS

Para cada una de las caras de la casa térmica:

1. Dibujar un esquema de la pared compuesta, identificando todas las temperaturas y la dirección del flujo de calor.
2. Construir una tabla con las temperaturas de todas las caras de la pared y las temperaturas interior y exterior del aire.
3. Calcular el flujo de calor transmitido (Φ), el coeficiente de transmisión de calor por convección en el interior (h_i), la conductividad térmica (k_x) de los distintos materiales de la pared (simple/compuesta) y el coeficiente global de transmisión de calor (H) para las paredes compuestas.

6. CUESTIONES

1. El valor teórico del coeficiente de conducción de una capa de aire de 1 cm de grosor es de $0.071 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Suponiendo que en una capa tan delgada el único mecanismo es el de conducción, calcular el valor de k y comparar ambos valores. Analizar lo que se aprecie.
2. Explicar los valores de H para las paredes compuestas.
3. En el caso de paredes compuestas, sin hacer la medida, ¿cómo se podría determinar la temperatura en la separación entre paredes?
4. Suponiendo emisividad igual a 1, y usando la ley de Stefan-Boltzmann, calcular el flujo de calor por radiación entre las caras del cristal doble.