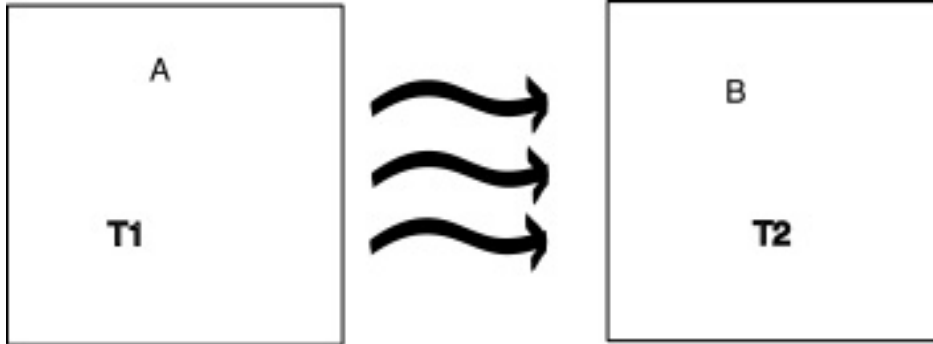


Transmisión del calor

Para que el calor pase o se transmita de un cuerpo a otro, se requiere que los mismos estén a diferentes temperaturas. Sean A y B dos fuentes que se hallan separadas, siendo sus temperaturas t_1 y t_2 (t_1 mayor que t_2). El calor pasara desde A hacia B, hasta que se produzca el equilibrio térmico.



Formas de propagación del calor

1 Conducción

esta forma de transmisión del calor se origina en sólidos, en los cuales la energía térmica (en forma de energía cinética) se propaga por vibración de molécula a molécula.

La expresión que rige la transmisión del calor en la unidad de tiempo por conducción es

$$Q = \frac{\lambda \cdot A \cdot (T_1 - T_2)}{e}$$

Units: $\frac{\text{Kcal}}{\text{m.h.}^\circ\text{C}}$

λ

.coeficiente de conductibilidad térmica que depende del material del muro en

A

área del muro en m^2

e

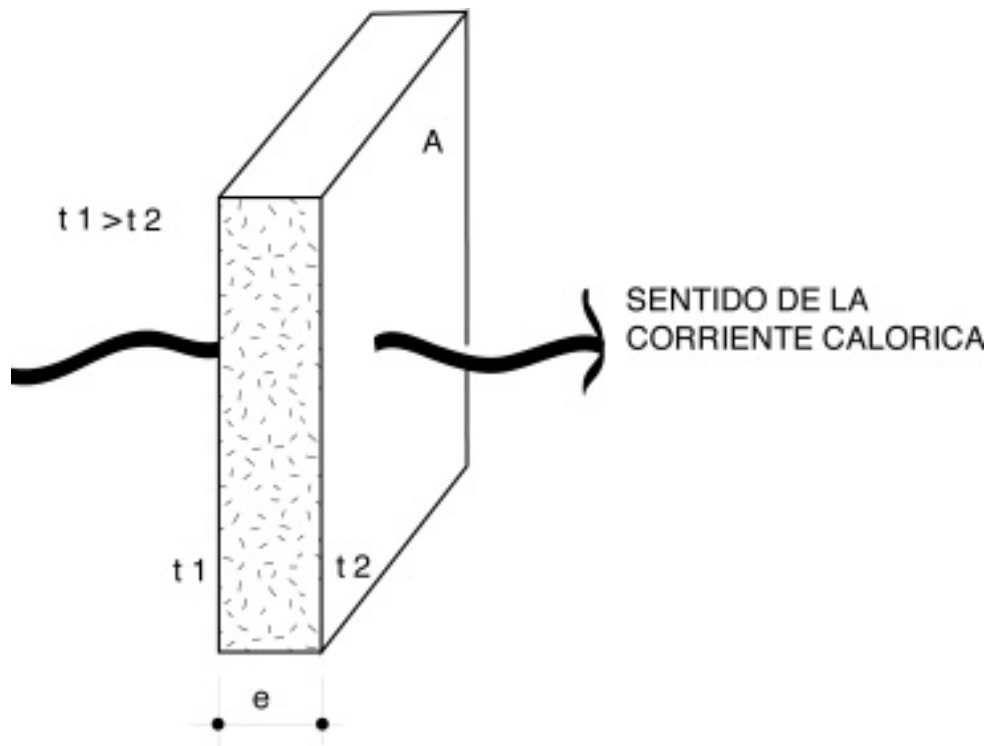
espesor del muro en mts.

T_1

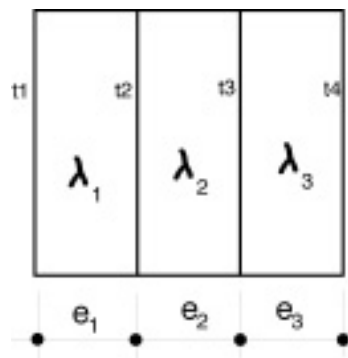
temperatura de la cara mas caliente

T_2

temperatura de la cara mas fría



Si el flujo de calor es a través de un muro compuesto la expresión nos queda



$$Q = \frac{A (t_1 - t_4)}{\frac{e_1}{\lambda_1} + \frac{e_2}{\lambda_2} + \frac{e_3}{\lambda_3}}$$

Esta expresión se deduce de la anterior y en general para un muro compuesto por 'n' tabiques distintos nos queda.

$$Q = \frac{A (t_1 - t_n)}{\sum_{i=1}^n \frac{e_i}{\lambda_i}}$$

2 Convección

Esta forma de propagación del calor se produce en los fluidos (líquidos y gases) por un movimiento real de la materia. Este movimiento se origina por la disminución de la densidad de los fluidos con el aumento de temperatura (los hace más livianos por unidad de volumen) que produce un ascenso de los mismos al ponerse

en contacto con una superficie mas caliente y un descenso en el caso de ponerse en contacto con una superficie mas fría.

La expresión que rige la transmisión del calor por convección es

$$Q = \alpha \cdot (t_1 - t_2)$$

α

coeficiente de transmisión del calor

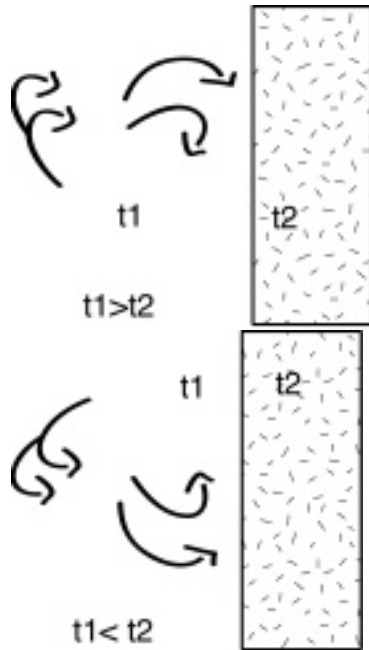
por convección

t_1

temperatura del fluido

t_2

temperatura del muro



Esta expresión esta dada por unidad de tiempo y de superficie

Como vemos en los esquemas el sentido del movimiento de fluidos cambia si su temperatura es mayor o menor que la del muro.

Si hacemos circular el fluido por un medio mecánico se denomina convección forzada

(ventilador, bomba, viento externo de una vivienda, etc).

Aumenta el coeficiente y por lo tanto el calor transmitido.

3 Radiación

Todos los cuerpos irradian energía en forma de onda electromagnética , similares a las ondas de radio, rayos x , luz, etc. Lo único que difiere en estos distintos tipos de ondas es la longitud de onda o frecuencia.

El calor por radiación al igual que estas ondas se propaga a la velocidad de la luz (3×10^{10} m/ seg.) y no necesita de un medio para poder propagarse. Se transmite a través del vacío mejor que a través del aire ya que este siempre absorbe parte de la energía.

La función que rige esta forma de propagación de la energía es

$$Q = e \cdot \sigma \cdot T^4$$

Esta relación se denomina ley de Stefan – Boltzman.

e

es la emisividad de la superficie , varia entre 0 y 1 . vale 1 para el cuerpo negro emisor ideal y 0 para un espejo ideal que refleje toda la energía , para el resto de los materiales toma valores intermedios

$$5,6699 \times 10^{-8} \frac{\text{joule}}{\text{°K}^4}$$

σ

se denomina ley de boltzman y su valor es

T temperatura absoluta del cuerpo en grados K°

La expresión de transmisión del calor por radiación es por unidad de tiempo y unidad de superficie.

Todos los cuerpos irradian y reciben energía irradiada por otros cuerpos por lo tanto la energía neta irradiada es la diferencia entre la irradiada y la recibida la cual se expresa

$$Q = K \cdot (T_1^4 - T_2^4)$$

T1

temperatura de cuerpo 1 en °k

T2

temperatura de cuerpo 2 en °k

K

coeficiente de radiación mutua

Esta expresión se puede simplificar en el caso de que la diferencia de temperatura sea pequeña como :

$$Q = \rho \cdot (t_1 - t_2)$$

ρ

Coeficiente de radiación mutua de la expresión aproximada para diferencia de temperatura pequeñas

t1

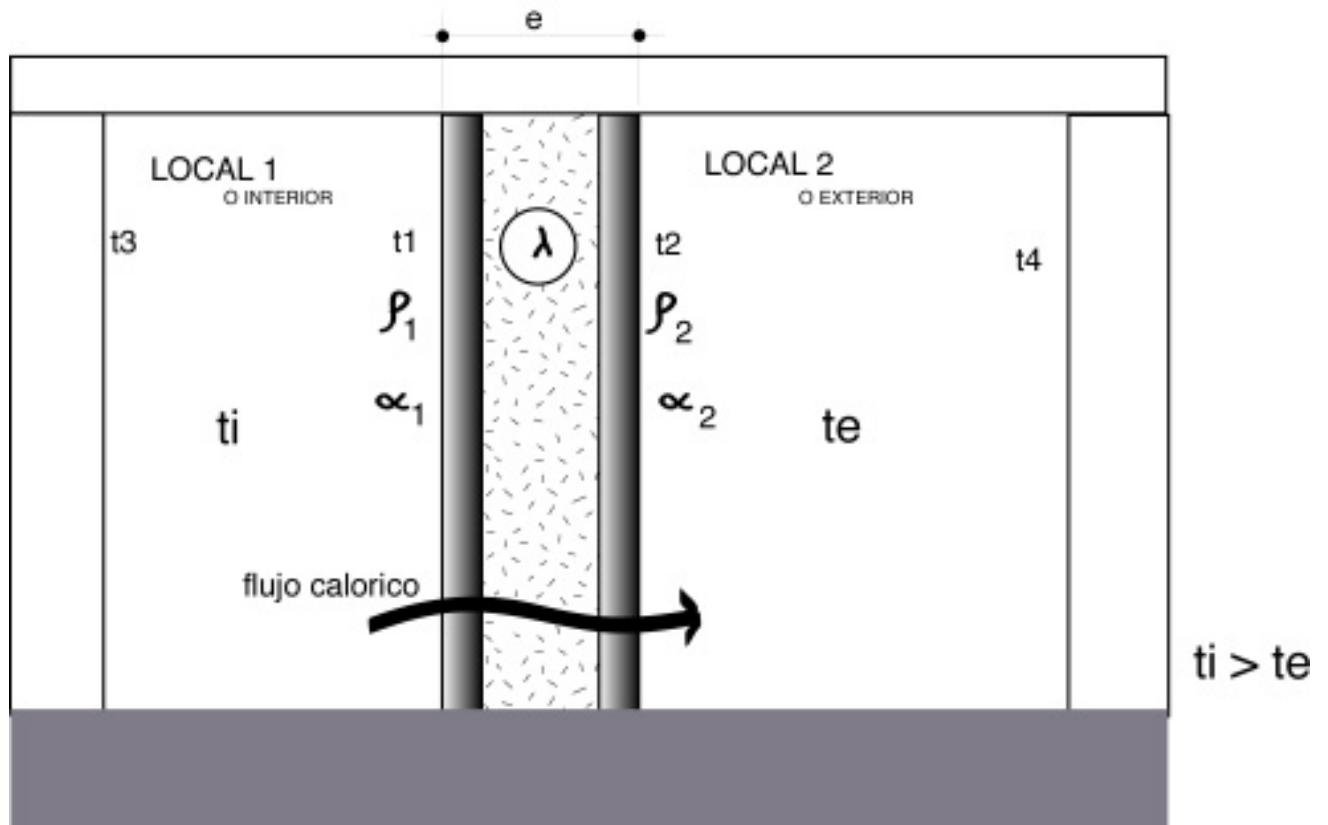
Temperatura del cuerpo 1 en °C

t2

Temperatura del cuerpo 2 en °C

Transmisión del calor a través de un muro de una vivienda

En este caso debemos tener en cuenta los tres fenómenos de transmisión vistos.



$t_i > t_1$; $t_1 > t_2$; $t_3 > t_1$; $t_2 > t_4$; $t_2 > t_e$

El local 2 puede ser el exterior de la vivienda

t_i Temperatura del aire interior

t_e Temperatura del aire exterior

t₁ Temperatura de la cara interior del muro

t₂ Temperatura de la cara exterior del muro

t₃ Temperatura de las paredes interiores del local 1

t₄ Temperatura de las paredes del local 2 o del medio externo si fuera el exterior de una vivienda

λ

Coefficiente de conductibilidad térmica del muro en cuestión que depende del material con el cual está hecho.

e

Espesor del muro

En la práctica podemos suponer

$t_3 = t_i$ y $t_4 = t_e$

Se debe cumplir que el calor que recibe el muro en el interior por radiación y convección sumado, debe ser igual al que transmite al exterior por conducción, por lo tanto, el calor que transmite el muro por conducción debe ser igual al que emite hacia fuera por radiación y convección sumados.

$$Q_{1-1} = \overset{\text{trans. por radiación}}{\rho_1} \cdot (t_i - t_1) + \overset{\text{trans. por convección}}{\alpha_1} \cdot (t_i - t_1) = \overset{\text{saca factor común } (t_i - t_1)}{(\rho_1 + \alpha_1)} \cdot (t_i - t_1)$$

$$Q_{1-2} = \frac{\lambda}{e} \cdot (t_1 - t_2)$$

$$Q_{2-e} = \overset{\text{trans. por radiación}}{\rho_2} \cdot (t_2 - t_e) + \overset{\text{trans. por convección}}{\alpha_2} \cdot (t_2 - t_e) = \overset{\text{saca factor común } (t_2 - t_e)}{(\rho_2 + \alpha_2)} \cdot (t_2 - t_e)$$

Despejando de las expresiones anteriores

$$\frac{Q}{\rho_1 + \alpha_1} = t_i - t_1 \quad \frac{Q}{\frac{\lambda}{e}} = t_1 - t_2 \quad \frac{Q}{\rho_2 + \alpha_2} = t_2 - t_e$$

Sumando miembro a miembro estas tres expresiones

$$\frac{Q}{\rho_1 + \alpha_1} + \frac{Q}{\frac{\lambda}{e}} + \frac{Q}{\rho_2 + \alpha_2} = \cancel{t_i - t_1} + \cancel{t_1 - t_2} + t_2 - t_e$$

Pasando términos

$$Q = \frac{t_i - t_e}{\frac{1}{\rho_1 + \alpha_1} + \frac{1}{\frac{\lambda}{e}} + \frac{1}{\rho_2 + \alpha_2}}$$

Como se advierte el calor que fluye del local 1 al local 2 queda expresado en función de las temperaturas t_i y t_e que serán datos para los cálculos.

El denominador de la expresión anterior se denomina resistencia térmica total del muro

$$R_t = \frac{R_{ai}}{\frac{1}{\rho_1 + \alpha_1}} + \frac{e}{\lambda} + \frac{R_{ae}}{\frac{1}{\rho_2 + \alpha_2}}$$

$$\frac{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}{Kcal}$$

Cuyas unidades son

Si el tabique fuera compuesto de n materiales distintos la resistencia térmica total del muro nos queda

$$R_t = R_{ai} + \frac{e_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{e_i}{\lambda_i} + \dots + \frac{e_n}{\lambda_n} + R_{ae}$$

$$0,135 \frac{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}{Kcal}$$

$$R_{ai} = \frac{1}{\rho_1 + \alpha_1}$$

Resistencia del aire interior , cuyo valor es

$$0,05 \frac{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}{Kcal}$$

$$R_{ae} = \frac{1}{\rho_2 + \alpha_2}$$

Resistencia del aire exterior , para una velocidad de viento media de 20km/h , cuyo valor es

La inversa de la R_t se denomina conductancia térmica total

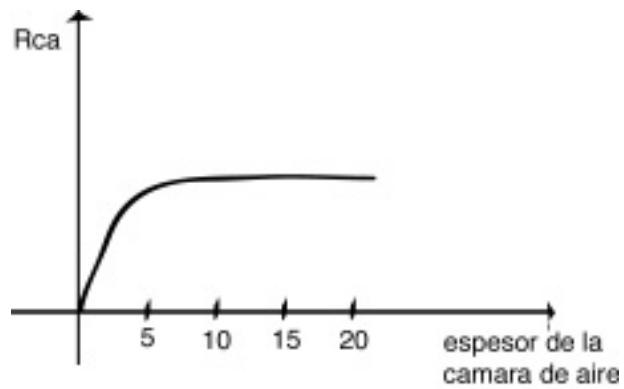
$$K = \frac{1}{R_t}$$

La expresión hallada para el calor total transmitido es por unidad de superficie y de tiempo. Si la queremos indicar para un muro de área A nos queda

$$Q = \frac{A \cdot (t_i - t_e)}{R_t}$$

Si el muro compuesto tuviera una cámara de aire su resistencia térmica deberíamos sumarla a la R_t .

La resistencia térmica de la cámara de aire sigue una curva como la indica el gráfico a continuación



Como vemos , la resistencia térmica de la cámara de aire prácticamente no aumenta mas a partir de los 5 cm. de espesor (en realidad, aumenta pero muy poco).

De donde se deduce que no se justifica darle espesores mayores a 5cms para su realización

La resistencia térmica de la cámara de aire es

$$R_{ca} = 0,20 \frac{m^2 \cdot h. ^\circ c}{Kcal}$$

Este hecho ,que la R_{ca} no aumente con el espesor es debido a la convección del aire.

$$\frac{m^2 \cdot h. ^\circ c}{Kcal}$$

t2