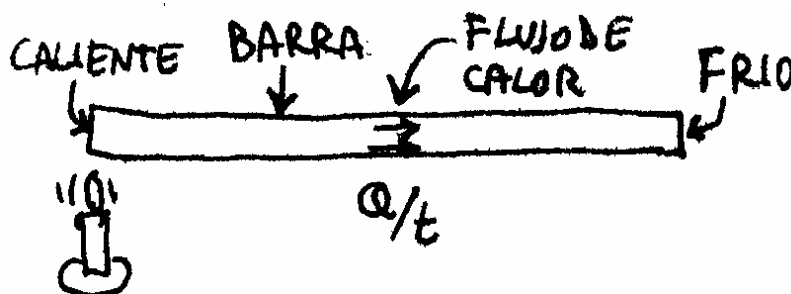


TRANSMISION DEL CALOR

- * CONDUCCION
- * LEY DE FOURIER
- * CONVECCION
- * RADIACION
- * LEY DE STEFAN - BOLTZMAN
- * RADIACIÓN NETA EMITIDA



← BARRA EN LA QUE SE TRANSMITE EL CALOR POR CONDUCC.

$$\frac{Q}{t} = K \cdot A \cdot \frac{T_1 - T_2}{\Delta X}$$

← LEY DE FOURIER (CONDUCCIÓN)

TRANSMISION DEL CALOR

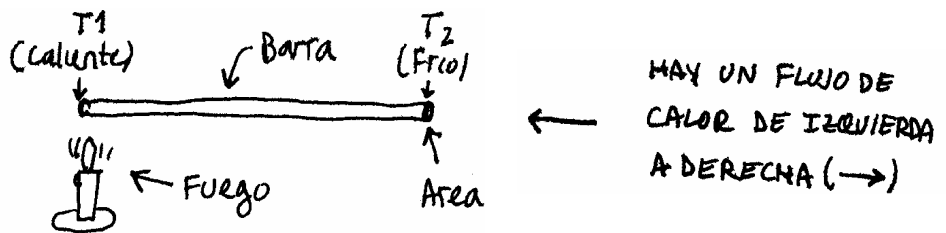
El calor puede viajar de un lado a otro. Hay 3 mecanismos que usa el calor para trasladarse: conducción, convección y radiación.

CONDUCCION

Si ponés la punta de una cuchara al fuego, al rato el mango también se calienta.



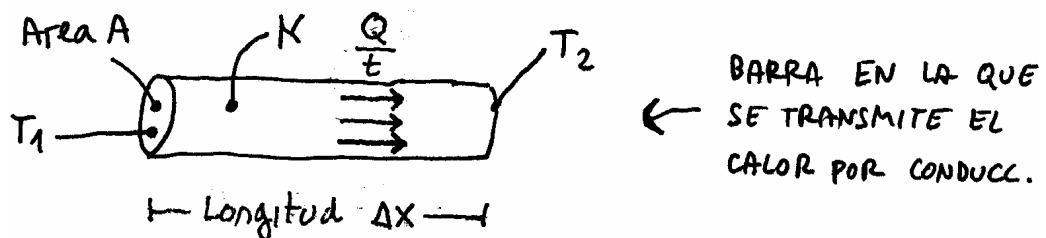
Supongamos que tengo una barra con una punta que está al fuego y la otra no. A través de esta barra se va a transmitir el calor. ¿Cómo hace el calor para transmitirse desde la punta caliente hasta la punta fría?



La cosa es así: lo que hace el calor es ir pasando de molécula a molécula. Al calentar la parte izquierda las moléculas de ese lado se ponen a vibrar más rápido. Esas moléculas van golpeando a las que tienen a la derecha. De esa manera el calor se va propagando a toda la barra para allá →.

LEY DE FOURIER (Importante)

Suponete que tengo una barra que tiene una longitud delta x y área A. Una punta de está caliente y la otra no. A través de la barra se va a ir transfiriendo un flujo de calor Q/t. Por ejemplo, si Q/t es 20 Kcal/seg, eso quiere decir que cada segundo que pasa están pasando por la barra 20 Kilocalorías.



Este flujo de calor puede entenderse como si fuera un caudal de agua que está circulando por un caño. La fórmula que se usa para calcular la cantidad de calor por conducción es la ley de Fourier. Lo que dice esta ley es lo siguiente :

$$\boxed{\frac{Q}{t} = K \cdot A \cdot \frac{T_1 - T_2}{\Delta X}}$$

← LEY DE FOURIER
(CONDUCCIÓN)

Fijate el significado de cada cosa en la fórmula:

* Q/t es la cantidad de calor transmitida por unidad de tiempo. A esto se lo llama flujo de calor. Va en Kcal/seg o en Joule/seg. Acordate que 1 Kcal son 4186 Joule. Y Joule/seg es Watt, así que el flujo de calor en realidad es la potencia transmitida. (Atento)

* A es el área de la barra. A veces en vez de una barra uno puede tener una pared o una ventana. En ese caso, A pasa a ser el área de la pared o de la ventana. El área va en la fórmula en m².

* T1 y T2 son las temperaturas en los extremos de la barra. Van en °C. Hay que ponerlas de manera que T₁ - T₂ dé +.

* ΔX (o L) es el espesor de la pared o la longitud de la barra. Va en metros.

* K es lo que se llama CONDUCTIBILIDAD DEL MATERIAL. Es un coeficiente que da una idea de que tan rápido viaja el calor en ese material.

K es distinto para cada substancia. Si K es grande, el objeto será buen conductor del calor. (Los metales, por ejemplo). Las unidades del coeficiente de conductibilidad térmica son:

$$[K] = \frac{Kcal}{m \cdot s \cdot ^\circ C}$$

← UNIDADES DE K.

Lo que dice la ley de Fourier es que hay una cierta cantidad de calorías por segundo que van pasando a lo largo de la barra. Esa cantidad de Kcal/seg (= flujo de calor) es proporcional al área de la barra (A), a la diferencia de temperaturas T₁ - T₂ y al coeficiente de conductibilidad K. A su vez el flujo Q/t es inversamente proporcional a la longitud de la barra. (L o Δx)

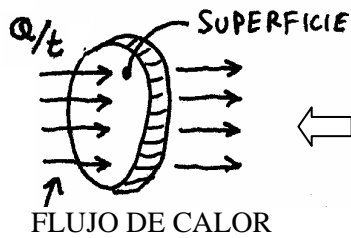
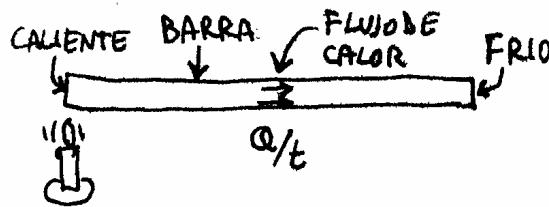
O sea, a medida que aumentan el área transversal, el delta T y K, aumenta el flujo de calor. A medida que aumenta la longitud de la barra, baja el flujo de calor.

Hay otra manera de escribir la ley de Fourier que es pasando el área dividiendo. A veces se usa la fórmula puesta así. Ahora $Q/t \times A$ (Kcal/seg \times m²) sería el flujo de calor (o potencia calórica) que atraviesa la barra por unidad de área. En ese caso la fórmula queda:

$$\frac{Q}{t \cdot A} = K \frac{T_1 - T_2}{L}$$

← OTRA MANERA DE ESCRIBIR LA LEY DE FOURIER

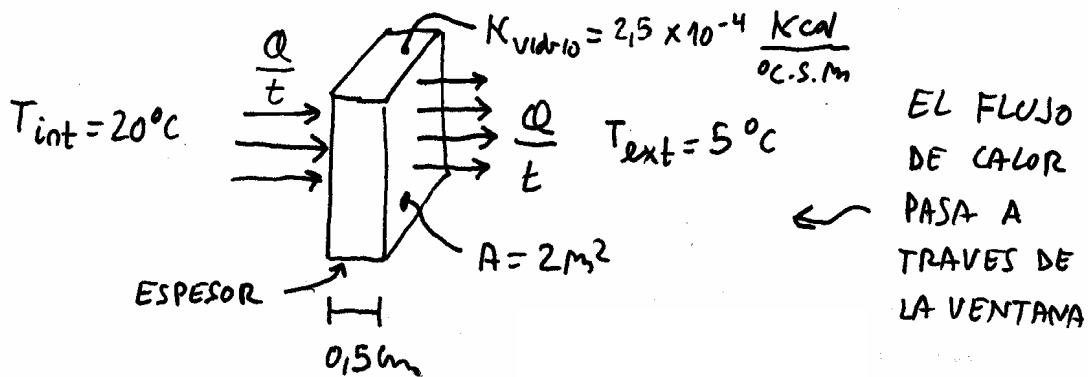
Es decir, si yo tengo una barra por la que está circulando el calor, lo que vería sería esto:



EJEMPLO:

CALCULAR LA CANTIDAD DE CALOR QUE SE TRANSMITE POR UNIDAD DE TIEMPO A TRAVÉS DE UNA VENTANA DE 2 m² DE SUPERFICIE Y ESPESOR 0,5 cm. TEMPERATURA INTERIOR: 20 °C. TEMPERATURA EXTERIOR: 5 °C. CONDUCTIBILIDAD DEL VIDRIO: $K = 2,5 \times 10^{-4}$ Kcal / m.s. °C

Hagamos un esquema. Tengo la ventana y el flujo de calor que va pasando a través de ella. Fijate que acá no tengo una barra. Ahora Δx es el espesor de la ventana.



Planteo la ley de Fourier:

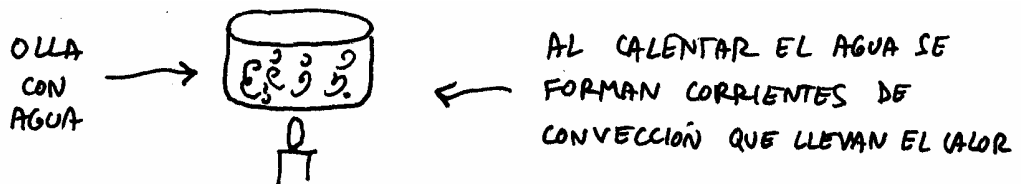
$$\frac{Q}{t} = K \cdot A \frac{(T_{int} - T_{ext})}{\Delta X} \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{t} = 2,5 \times 10^{-4} \frac{\text{Kcal}}{\text{m} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}} \times 2 \text{ m}^2 \times \frac{(20^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C})}{0,5 \times 0,01 \text{ m}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{Q}{t} = 1,5 \frac{\text{Kcal}}{\text{seg}}} \leftarrow \text{FLUJO DE CALOR.}$$

CONVECCIÓN

La convección es una forma de transmisión del calor que sólo se da en líquidos y en gases. Si ponés una olla al fuego, el líquido de abajo se calienta y empieza a subir. A su vez, el líquido de arriba que está más frío empieza a bajar. Así se crea una corriente de líquido que se va moviendo. Estas corrientes que suben y que bajan se llaman corrientes de convección.



Por ejemplo, las corrientes marinas y el viento son corrientes de convección. Los huracanes son corrientes de convección. Cuando un ventilador te enfría, te enfría por convección. Hay una fórmula media rara para calcular el calor transmitido por convección. No te van a pedir que la sepas porque es un poco complicada. Sin embargo, conviene entender este fenómeno. Es uno de los mecanismos que usa el cuerpo humano para enfriarse.

RADIACIÓN.

Hay un fenómeno raro que ocurre que es que el calor del Sol llega a la Tierra. Digo "raro" porque entre la Tierra y el Sol no hay nada. (Hay espacio vacío). Entonces... ¿Cómo hace el calor para viajar por el espacio vacío?

Rta: Bueno, se descubrió que en este caso el calor se transmite en forma de ondas. Estas ondas son RADIACIÓN. La radiación no necesita que haya sustancia para propagarse. Puede viajar en el vacío o en el aire. Le da lo mismo.

Vamos a un ejemplo: Suponete una de esas estufas eléctricas que tienen resistencias que se ponen al rojo.

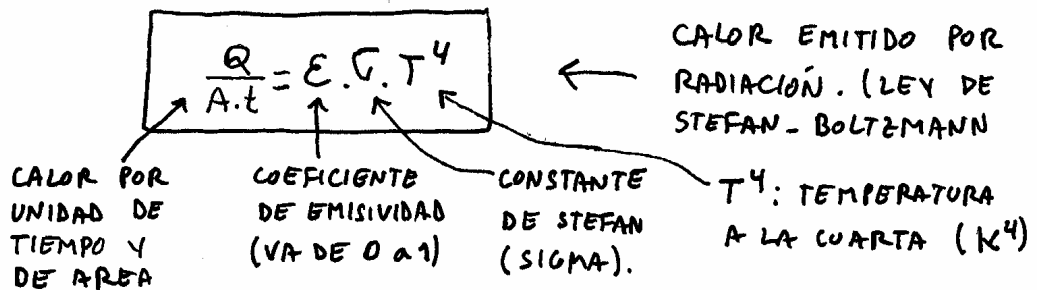


Vos ponés la mano lejos y sentís que te llega calorcito. Ese calor que te llega es radiación. O sea, ondas. Ojo, acá la palabra radiación no tiene nada que ver con la palabra radiación de la radiactividad o cosas por el estilo.

La historia es así. Cualquier cuerpo que esté caliente emite calor por radiación. Más caliente está el cuerpo, más calor emite. La fórmula que da el calor emitido por radiación es la Ley de Stefan - Boltzman.

LEY DE STEFAN - BOLTZMAN

La ley de S-B dice que el calor emitido por radiación se calcula con el siguiente choclazo:



Aclaremos un poco el significado de cada cosa en esta fórmula:

$Q/A \cdot t$ es el flujo de calor. Vendría a ser la cantidad de calor emitida por segundo por cada m^2 . Se mide en Kilocalorías / $m^2 \cdot seg$. Tiene el mismo significado que tenía en la fórmula de Fourier para la transmisión por conducción. O sea, $Q/A \cdot t$ te está dando la potencia emitida por m^2 de superficie. Fijate que :

$$\frac{Q}{t \cdot A} = \frac{\text{Joule}}{\text{seg} \cdot m^2} = \frac{\text{watt}}{m^2} \left(\frac{\text{potencia emitida}}{\text{área}} \right)$$

Epsilon (ϵ) es lo que se llama coeficiente de emisividad. Es un número que está entre cero y 1. Da una idea de que tan buen emisor es el cuerpo. Más grande es Epsilon, mejor emite el cuerpo. O sea:

BUEN EMISOR: ϵ TIENDE A 1

MAL EMISOR: ϵ TIENDE A 0

Este Epsilon depende del color del cuerpo. Si el cuerpo es obscuro, ϵ es grande y el objeto es un buen emisor. Resumiendo, las superficies de color negro son buenas emisoras. Las superficies de color claro son malas emisoras.

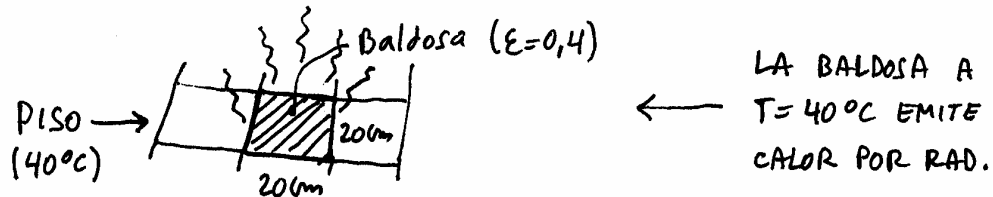
La constante sigma (σ) vale $1,35 \times 10^{-11} \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{seg} \cdot \text{K}^4}$ ó $5,67 \times 10^{-8} \frac{\text{watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4}$

T^4 es la temperatura en Kelvin elevada a la cuarta.

EJEMPLO:

CALCULAR QUE CANTIDAD DE CALOR EMITE POR RADIACIÓN UNA BALDOSA CUADRADA DE 20 Cm DE LADO. LA BALDOSA ESTÁ EN UN PISO A UNA TEMPERATURA DE 40 °C. COEFICIENTE DE EMISIVIDAD DE LA BALDOSA: $\epsilon = 0,4$. ¿ EMITIRÍA CALOR LA BALDOSA SI EL PISO ESTUVIERA A 0 °C ?

Tenemos la baldosa en el piso que está a 40 °C. Dibujemos:



La superficie de la baldosa es $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 0,04 \text{ m}^2$. Entonces:

$$\frac{Q}{t} = \epsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{t} = 0,4 \times 1,36 \times 10^{-11} \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{Seg} \cdot \text{K}^4} \cdot 0,04 \text{ m}^2 \times (40+273 \text{ K})^4$$

La cantidad de calor emitida por unidad de tiempo es:

$$\frac{Q}{t} = 2,08 \times 10^{-3} \frac{\text{Kcal}}{\text{seg}}$$

$\sigma \quad 7,5 \frac{\text{Kcal}}{\text{hora}}$

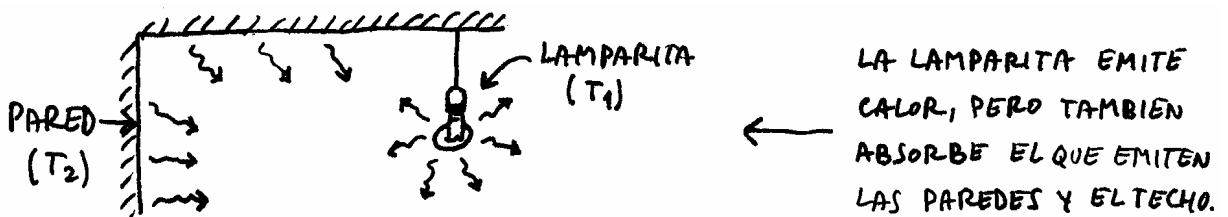
←

CANTIDAD DE CALOR EMITIDA

Si la baldosa estuviera a 0 °C , tengo que reemplazar la fórmula T por 273 Kelvin. (0 °C = 273 K). En ese caso la cantidad de calor emitida me daría 4,35 Kcal/hora. Es decir, aunque la baldosa esté muy fría (0 °C) igual emite. Cualquier cuerpo a cualquier temperatura emite radiación. Sólo que si la temperatura es muy baja, emitirá menos. Para que un cuerpo no emitiera NADA de calor por radiación tendría que estar a una temperatura de cero Kelvin.

RADIACIÓN NETA EMITIDA ← (VER)

A veces te pueden preguntar que calor NETO está emitiendo un cuerpo. En ese caso, la cosa es así: El cuerpo emite calor porque está a cierta temperatura. Pero también recibe calor que viene del medio ambiente que está a otra temperatura. Por ejemplo, las paredes del lugar donde está.



Entonces, por un lado lo que el cuerpo emite es $\epsilon A G T_1^4$ y lo que el cuerpo recibe es $\epsilon A G T_2^4$. Entonces restando estas 2 cantidades tengo el flujo neto de calor :

$$\frac{Q}{t} (\text{Neto}) = Q_{\text{EMITIDO}} - Q_{\text{RECIBIDO}}$$

$$\frac{Q}{t} (\text{Neto}) = \epsilon G A T_1^4 - \epsilon G A T_2^4$$

$$\frac{Q}{t} = \epsilon \cdot G \cdot A (T_1^4 - T_2^4)$$

← FLUJO NETO DE CALOR EMITIDO

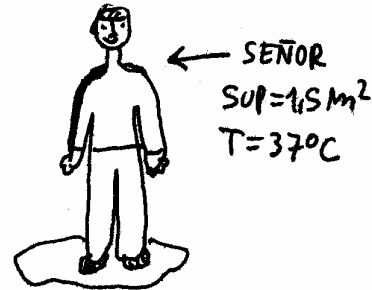
En esta fórmula, T_1 es la temperatura del cuerpo y T_2 es la temperatura que tiene lo que lo rodea. Ojo, T_1 y T_2 van en KELVIN. Si el flujo de calor da positivo, quiere decir que el cuerpo emite más de lo que recibe. Si da negativo significa que el cuerpo recibe más de lo que emite.

EJEMPLO

CALCULAR LA CANTIDAD DE CALOR APROXIMADA QUE EMITE UN SER HUMANO AL AMBIENTE. CALCULAR LA CANTIDAD DE CALOR NETA EMITIDA SI LA TEMPERATURA DEL AMBIENTE QUE LO RODEA ES DE 20 °C Y 0 °C.

DATOS: SUP DEL CUERPO HUMANO: 1,5 m². ε = 0,5

Veamos. Tengo el señor con su cuerpo a 37 °C (= 310 Kelvin). La cantidad de calor que emite al medio ambiente vale:



$$\frac{Q}{t} = \epsilon \sigma A T^4$$

Reemplazando por los datos:

$$\Rightarrow \frac{Q}{t} = 0,5 \times 1,36 \times 10^{-11} \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{Seg K}^4} \times 1,5 \text{ m}^2 (310 \text{ K})^4$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{t} = 0,094 \frac{\text{Kcal}}{\text{Seg}} (= 394 \text{ watts})$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{t} = \underline{\underline{339 \frac{\text{Kcal}}{\text{hora}}}}$$



CANTIDAD DE CALOR RADIADA HACIA EL EXTERIOR POR UN CUERPO HUMANO.

Ojo, esta es la cantidad de calor que el tipo tira por radiación al exterior. Pero el hombre también recibe calor por radiación de las cosas que lo rodean (= paredes, objetos y todo el medio ambiente). Si considero que todo lo que lo rodea está a 20 °C (= 293 K), la cantidad de calor NETA emitida por el hombre va a ser:

$$\frac{Q}{t} = \epsilon \cdot \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4)$$

Reemplazando por los datos:

$$\frac{Q}{t} = 0,5 \times 1,36 \times 10^{-11} \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{Seg K}^4} \times 1,5 \text{ m}^2 \left[(310 \text{ K})^4 - (293 \text{ K})^4 \right]$$

$$\frac{Q}{t} (20^\circ\text{C}) = 0,019 \frac{\text{Kcal}}{\text{Seg}} = 68,5 \frac{\text{Kcal}}{\text{hora}} = 79,6 \text{ watts}$$

Haciendo la misma cuenta para $T_{\text{MEDIO AMBIENTE}} = 0^\circ \text{C} (= 273 \text{ K})$ me da:

$$\frac{Q}{t} (0^\circ \text{C}) = 0,0375 \frac{\text{kcal}}{\text{seg}} = 135 \frac{\text{kcal}}{\text{hora}} = 157 \text{ Watts}$$

Pregunta:

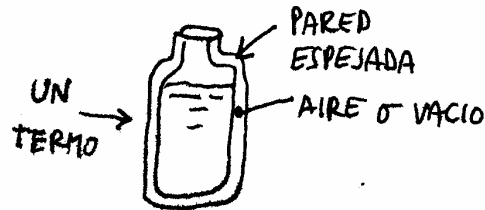
¿ Qué cantidad de calor neta emitiría el hombre si la temperatura de todo lo que lo rodea fuera 37°C ? ¿ Qué pasaría si la temperatura de todo lo que lo rodea fuera MAYOR a 37°C ?

ALGUNAS APLICACIONES QUE SE USAN EN LA REALIDAD

Todo este asunto de la transmisión del calor se usa mucho en la práctica. Uno siempre tiene que andar aislando las cosas del frío o del calor. Mirá estos ejemplos:

¿ QUE ES UN TERMO ?

La idea de un termo es tener algo que pueda conservar las cosas frías o calientes. Si tengo algo frío adentro del termo, voy a tratar de evitar que el calor entre de afuera. Si tengo algo caliente, voy a tratar de evitar que el calor se vaya. La solución en los 2 casos es hacer una cosa que sea lo más aislante posible.

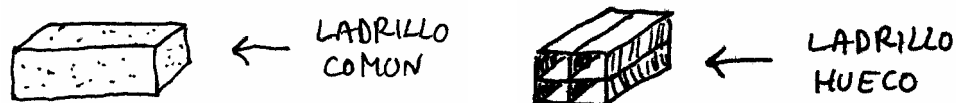


Entonces lo que se hace en la práctica es hacer un recipiente con doble pared. Las paredes se hacen espejadas para que la radiación rebote. En el medio se pone algo bien aislante. Puede ser telgopor, puede ser aire o puede ser vacío.

Fijate que un termo nunca puede ser un aislante perfecto. Aunque haya vacío en el medio, siempre va a pasar algo de calor al exterior por radiación. La radiación se propaga en el vacío.

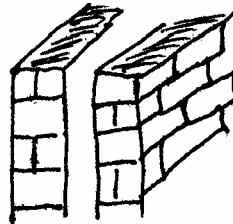
PAREDES DE LAS CASAS - LADRILLOS HUECOS

Algo parecido se hace con las paredes de las casas. Uno quiere que su casa esté fresca en verano y calentita en el invierno. Para eso se hacen ladrillos huecos



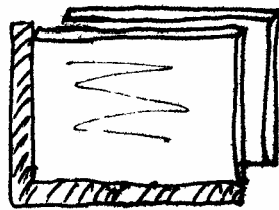
El ladrillo común es macizo. El ladrillo hueco tiene cámaras de aire. El aire es muy aislante y dificulta el paso del frío y del calor.

También a veces se hacen paredes dobles para las casas. Entre las 2 paredes hay aire. La idea es siempre la misma: Aislar el interior del exterior. Es decir, tratar de lograr una pared adiabática.



← DOBLE PARED CON CAMARA DE AIRE

En lugares muy fríos se usan ventanas dobles. Se pone un vidrio, una cámara de aire y otro vidrio. Esto podés verlo en algunas casas caras y también en el sur. Básicamente se usa mucho en cualquier lugar en donde haga mucho frío o mucho calor. Ejemplo: Europa, Estados Unidos o Canadá.

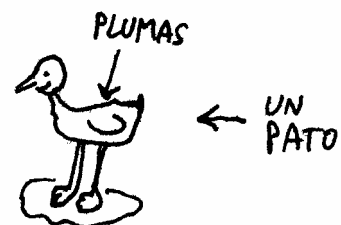
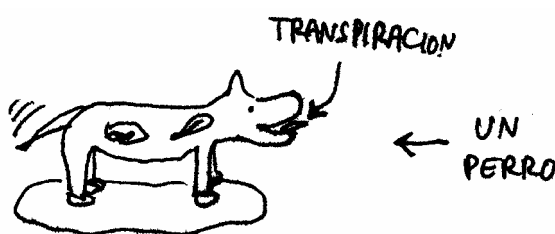


← VENTANA CON DOBLE VIDRIO Y CAMARA DE AIRE

LA AISLACION EN LOS ANIMALES

Los animales también se tienen que proteger del frío y del calor. Para eso tienen la piel gruesa. Pero tener piel gruesa trae un problema: dificulta la transpiración. Por eso algunos animales transpiran por la boca. Los días de mucho calor vos ves a los perros jadeando. Parecen cansados. Pero no están cansados. Están transpirando.

Los patos y algunos pájaros tiene un mecanismo interesante para aislarse del frío y del calor: Las plumas. Las plumas son aislantes. Pero el truco está en que entre las plumas queda aire atrapado. Este aire funciona como una cámara aislante. Las bolsas de dormir de plumas de ganso usan el mismo principio. (Bolsas de Duvet).

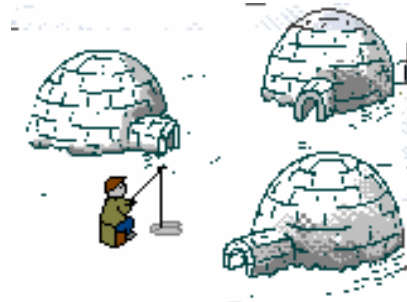


EL IGLU

Un caso muy interesante es el de los iglúes. El hielo es muy aislante. De manera que los esquimales construyen sus casas con paredes de hielo. La gente dice:

¿ Pero cómo es que hacen las paredes de hielo ? ¿ No se mueren de frío ?

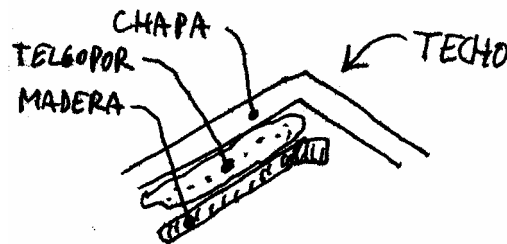
Rta: No. Es cierto que el hielo de las paredes puede estar a - 5 grados. Pero aún así conviene hacer las paredes de hielo porque afuera puede haber -30 grados. El hielo sirve perfectamente como aislante. Aparte protege del viento.



← EL HIELO FUNCIONA COMO AISLANTE EN UN IGLÚ

TELGOPOR AISLANTE Y LANA DE VIDRIO ABAJO DEL TECHO

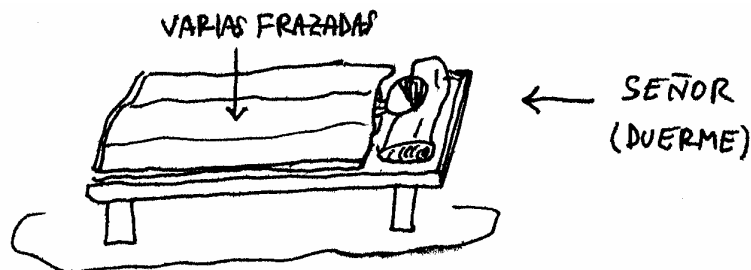
Las chapas de los techos transmiten mucho el calor. Por eso debajo de la chapa se suele poner lana de vidrio o telgopor para aislar. Las heladeras también suelen tener telgopor o lana de vidrio todo alrededor.



VARIAS FRAZADAS Y VARIOS PULLOVERES

El hecho de ponerse varios pulóver es y usar varias frazadas es la misma historia. Es mejor usar 2 pulóver es uno arriba del otro y 2 frazadas una arriba de la otra que un pullover grueso o una frazada gruesa. ¿ Por qué ?

Rta: Porque entre cada pullover y entre cada frazada queda una cámara de aire. Ese es el truco.



Vamos ahora a algunas preguntas:

- * La tele suele hablar de " sensación térmica ". ¿ Qué es ?
 - * El frío se siente más si hay viento. ¿ Por qué ?
 - * ¿ Quienes sienten más el frío, los gordos o los flacos ?
 - * Cuando uno tiene mucho frío, lo natural es acurrucarse. ¿ Por qué ?
 - * Cuando un grupo de personas tiene frío, lo más conveniente es que se pongan todas juntas una al lado de la otra. ¿ Por qué ?
- ¿ Por qué un ventilador " enfría " ?
- ¿ Por qué uno tiende a abanicarse cuando tiene calor ?
- Cuando hace mucho frío, la nariz, las orejas, las manos y los pies son lo primero que empieza a congelarse. ¿ Por qué ?

ALGUNOS PROBLEMAS SACADOS DE PARCIALES

1 - Una ventada cuadrada de vidrio ($k_{\text{vidrio}} = 0.8 \text{ cal} / ^\circ\text{Cms}$) de 50 cm de lado y 5 mm de espesor conduce calor desde una habitación hacia el exterior a razón de 1000 cal/seg. Si la temperatura exterior es de -10°C , entonces la temperatura interior (en $^\circ\text{C}$) es:

- a) 0 b) 10 c) 15 d) 20 e) 25 f) -10

SOLUCIÓN

Para resolverlo, tenemos que usar la ley de Fourier: $Q = -k \cdot \text{Área} \cdot \Delta T / \Delta x$. Donde A es el área de la ventana (0.25 m^2), $\Delta T = T_{\text{ext}} - T_{\text{int}}$ y Δx el espesor de la ventana. No tiene trucos. Hacés la cuenta y da.

La opción correcta es la (c) $T_{\text{interna}} = 15^\circ\text{C}$

2 - Una habitación a 19°C está separada del exterior, a 4°C por un muro de 15 cm de espesor y dimensiones 2,5 m x 3,5 m formado por un material de conductividad $k = 1 \text{ Kcal/m h}^\circ\text{C}$. Determínese:

- a) - La potencia calorífica que atraviesa el muro.
- b) - El espesor de una capa aislante de conductividad $0,035 \text{ Kcal} / \text{mh}^\circ\text{C}$ que deberá adosarse a la pared para que las pérdidas de calor queden divididas por 5.

SOLUCIÓN

a) - Para resolverlo, usamos que la potencia es:

$$\text{Pot} = k \cdot \text{sup.} \cdot \Delta T / e \quad (e = \text{espesor})$$

⇒ Pot= 875 Kcal/h

b) - Este punto es bastante difícil. Para poder resolverlo, tenemos que primero saber entre qué temperaturas conduce el aislante. Este dato lo podemos calcular y a que sabemos cuál es la potencia de conducción ($875/5 = 175 \text{ Kcal/h}$). De la ecuación podemos despejar T. Después planteamos la ecuación de potencia pero ahora con los datos del aislante y despejamos e. Si no sale pensalo un rato... no te deprimas que este era bastante difícil. ☹.

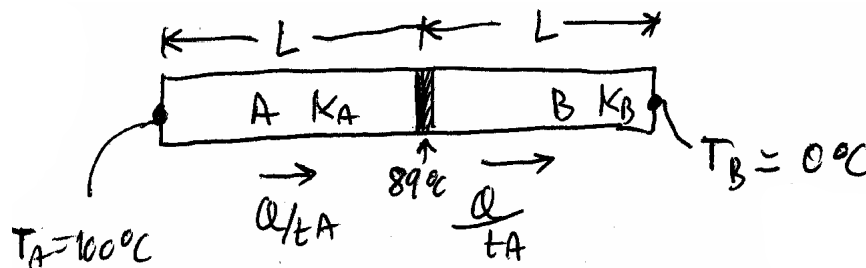
⇒ El espesor de la capa aislante es de 2,1 cm

3 - Dos varillas del mismo tamaño, pero de diferente material, están unidas por un extremo formando una varilla de longitud doble. Las conductividades térmicas de las varillas son k_A y k_B . El extremo libre de la varilla A se mantiene a 100°C y el extremo libre de la B se mantiene a 0°C . Toda el área lateral de las varillas está aislada térmicamente. Al alcanzar el régimen estacionario la temperatura de la unión entre ambas varillas es de 89°C . Entonces, se cumple:

- $k_A = 8 k_B$
- $k_A = 4 k_B$
- $k_A = 1,8 k_B$
- $k_A = 1,25 k_B$
- $k_A = 0,8 k_B$
- $k_A = 0,25 k_B$

SOLUCIÓN

Atento. Este es un problema importante. Se lo ha tomado infinidad de veces de manera ligeramente diferente. No es difícil, pero la gente siempre cae porque no sabe el truco. Empecemos: Hago un dibujito de la varilla:



Escribo la ley de Fourier $\frac{Q}{t \cdot A} = K \frac{T_1 - T_2}{L}$

Acá viene el truco: ¿ Qué planteo si tengo 2 varillas de diferente material ?

Rta: Bueno, el asunto es así: En toda la varilla la cantidad de calor que se transmite es la misma. O sea, hay un flujo de calor que está atravesando la varilla de izquierda

a derecha. Ese flujo de calor es como un caudal de agua. Todo el caudal de agua que entra por la punta de un caño, sale por la otra punta. Acá igual. Todo el flujo de calor que atraviesa la varilla A es el mismo flujo de calor que atraviesa la varilla B. (Mirá el dibujo de la varilla que puse antes).

Entonces lo que tengo que plantear es que el flujo de calor es el mismo en toda la varilla. Lo escribo:

$$\text{FLUJO DE CALOR EN LA VARILLA A} = \text{FLUJO DE CALOR EN LA VARILLA B}$$

Es decir:

$$\frac{Q}{t \cdot A} \Big|_A = \frac{Q}{t \cdot A} \Big|_B \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_A \frac{(100^\circ\text{C} - 89^\circ\text{C})}{\downarrow} = K_B \frac{(89^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C})}{\downarrow}$$

$$K_A \times 11^\circ\text{C} = K_B \times 89^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \boxed{K_A = 8,09 K_B}$$

Correcta la 1^{ra} opción