



Universidad Autónoma Chapingo
Dpto. de Preparatoria Agrícola
Área de Física



Física II

“Transmisión de Calor por Conducción”

Enero del 2023



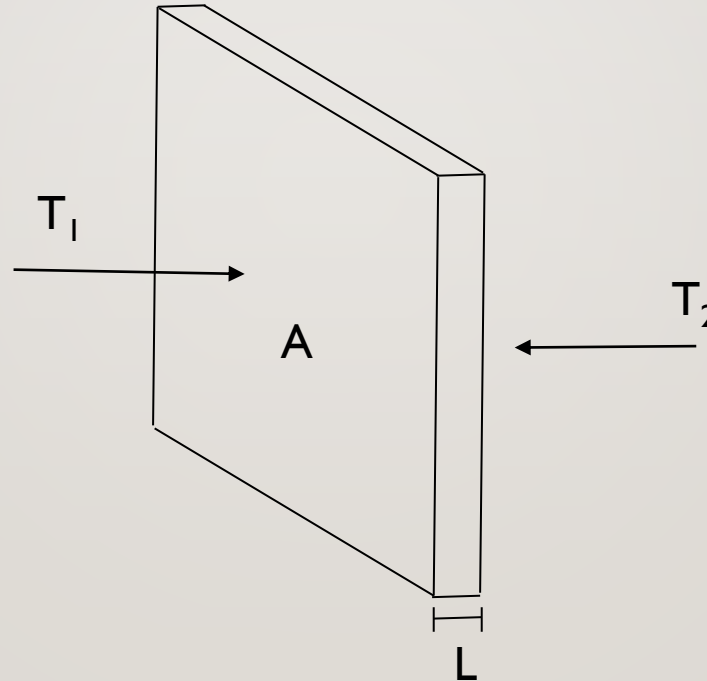
La energía calorífica se transmite por conducción, convección y radiación.

La conducción ocurre cuando la energía calorífica pasa a través de un material como resultado de las colisiones de las moléculas del mismo. Cuando existe una diferencia de temperatura entre las partes de un cuerpo, las moléculas con mayor energía, es decir que tienen mayor vibración, transmiten esa energía a las moléculas con menor vibración o energía. Entonces la energía fluye de las moléculas con mayor vibración a las moléculas con menor vibración o de mayor temperatura a las de menor temperatura.





Considere una plancha como la mostrada en la figura. La plancha tiene espesor L y área A . Las temperaturas en las dos caras son T_1 y T_2 de tal forma que la diferencia de temperaturas es $\Delta T = T_2 - T_1$





La cantidad de calor ΔQ transmitida de la cara 2 a la cara 1 en un tiempo Δt , está dada por:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{L}$$

Donde k se le conoce como conductividad térmica del material. En el SI, k tiene unidades de W/m K y $\Delta Q/\Delta t$ está dada en Joules/s = W.

$\Delta Q/\Delta t$ es la cantidad de calor que se transmite por unidad de tiempo. A es el área de la plancha, ΔT es la diferencia de temperatura entre las dos caras de la plancha y L es el espesor de la plancha.



$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{L}$$

$\Delta Q/\Delta t$ es directamente proporcional a k (conductividad térmica del material). Eso indica que, a mayor k , mayor transferencia de calor por unidad de tiempo.

$\Delta Q/\Delta t$ es directamente proporcional al A (área de la plancha). Eso indica que, a mayor A , mayor transferencia de calor por unidad de tiempo.

$\Delta Q/\Delta t$ es directamente proporcional a ΔT (diferencia de temperatura). Eso indica que, a mayor ΔT , mayor transferencia de calor por unidad de tiempo.

Finalmente, $\Delta Q/\Delta t$ es inversamente proporcional a L (espesor de la plancha). Eso indica que, a menor L , mayor transferencia de calor por unidad de tiempo.



Tabla de *coeficientes de conductividad térmica* de algunos materiales:

Conductividad Térmica del Material	
Sustancia	J/m s K
Fierro	65.58
Aluminio	203.57
Cobre	380
Vidrio	0.861
Plomo	33.65
Níquel	60.4
Plata	414.32
Cinc	111.36
Oro	292.6
Madera de pino	0.1542



Como ejemplo, supongamos que una plancha de fierro de 2 cm de espesor tiene un área de 5 000 cm². Una de las caras está a 150°C y la otra está a 140°C. ¿Cuánto calor fluye a través de la placa en cada segundo? Para el fierro, $k=65.58 \text{ J/s m K}$.

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{L} = \frac{\left(65.58 \frac{\text{J}}{\text{s m K}}\right) (5\,000 * 10^{-4} \text{ m}^2) (423 \text{ K} - 413 \text{ K})}{2 * 10^{-2} \text{ m}}$$

Es decir:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 16\,395 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1.6395 * 10^4 \text{ J/s}$$



Como ejemplo, supongamos que una plancha de cobre de 3 cm de espesor tiene un área de 7 000 cm². Una de las caras está a 100°C y la otra está a 150°C. ¿Cuánto calor fluye a través de la placa en cada segundo? Para el cobre, $k=380$ J/s m K.

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{L} = \frac{\left(380 \frac{J}{s \, m \, K}\right) (7\,000 * 10^{-4} \, m^2) (423 \, K - 373 \, K)}{3 * 10^{-2} \, m}$$

Es decir:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 443\,333.33 \frac{J}{s} = 4.43333 * 10^5 \, J/s$$



Una placa de metal de 4 mm de espesor tiene una diferencia de temperatura entre sus dos caras de 32°C. Transmite una energía calorífica de $\Delta Q/\Delta t = 200$ kcal/h a través de un área de 5 cm². Calcular la conductividad térmica del metal en J/s m K.

Solución:

Convirtiendo el calor transferido de calorías a Joules, se tiene:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 200 \frac{kcal}{h} = \frac{200 * 4.18 * 10^3 J}{3600 s} = 232.22 \frac{J}{s}$$

Despejando el coeficiente de conductividad térmica, se tiene:

$$k = \frac{\left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right) L}{A \Delta T} = \frac{(232.22 J/s) (4 * 10^{-3} m)}{(5 * 10^{-4} m^2) (32 K)} = 58.05 \frac{J}{s m K}$$



Una placa de metal de 6 mm de espesor tiene una diferencia de temperatura entre sus dos caras de 50°C. Transmite una energía calorífica de $\Delta Q/\Delta t = 500$ kcal/h a través de un área de 10 cm². Calcular la conductividad térmica del metal en J/s m K.

Solución:

Convirtiendo el calor transferido de calorías a Joules, se tiene:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = 500 \frac{kcal}{h} = \frac{500 * 4.18 * 10^3 J}{3600 s} = 580.55 \frac{J}{s}$$

Despejando el coeficiente de conductividad térmica, se tiene:

$$k = \frac{\left(\frac{\Delta Q}{\Delta t}\right) L}{A \Delta T} = \frac{(580.55 J/s) (6 * 10^{-3} m)}{(10 * 10^{-4} m^2) (50 K)} = 69.66 \frac{J}{s m K}$$



Una hielera tiene forma de cubo de 45 cm de lado. Sus paredes tienen un espesor de 3 cm y están hechas de un plástico cuyo coeficiente de conductividad térmica es de $k=0.050 \text{ W/m K}$. Cuando la temperatura exterior es de 20°C , ¿Cuánto hielo se derrite cada hora?

Solución:

El área de la hielera es igual a:

$$A = (0.45 \text{ m})^2 * 6 = 1.215 \text{ m}^2$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{L} = \frac{\left(0.05 \frac{\text{W}}{\text{m K}}\right) (1.215 \text{ m}^2) (20 \text{ K})}{3 * 10^{-2} \text{ m}} = 40.5 \text{ J/s} = 145\,800 \frac{\text{J}}{\text{h}} = 34\,880 \text{ cal/h}$$

Como se necesitan 80 cal para derretir 1 gramo de hielo, entonces:

$$m = \frac{\Delta Q / \Delta t}{L_{\text{fusión}}} = \frac{34\,880 \text{ cal/h}}{80 \text{ cal/g}} = 436 \text{ g/h}$$



Una hielera tiene forma de cubo de 60 cm de lado. Sus paredes tienen un espesor de 2 cm y están hechas de un plástico de $k=0.050 \text{ J/s m K}$. Cuando la temperatura exterior es de 30°C , ¿Cuánto hielo se derrite cada hora?

Solución:

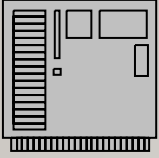
El área de la hielera es igual a:

$$A = (0.6 \text{ m})^2 * 6 = 2.16 \text{ m}^2$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k A \frac{\Delta T}{L} = \frac{\left(0.05 \frac{\text{W}}{\text{m K}}\right) (2.16 \text{ m}^2) (30 \text{ K})}{2 * 10^{-2} \text{ m}} = 162 \text{ J/s} = 583\,200 \frac{\text{J}}{\text{h}} = 139\,521.53 \text{ cal/h}$$

Como se necesitan 80 cal para derretir 1 gramo de hielo, entonces:

$$m = \frac{\Delta Q / \Delta t}{L_{\text{fusión}}} = \frac{139\,521.53 \text{ cal/h}}{80 \text{ cal/g}} = 1\,744.02 \text{ g/h}$$



Atentamente:

Dr. Guillermo Becerra Córdova

Página: <http://virtual.chapingo.mx/fis>