

## TRABAJO PRÁCTICO N°1

**Problema 1:** Una masa de hielo  $M$  a temperatura de fusión  $T_f$  está dentro de una cavidad cúbica cuya arista exterior es  $L_e$ , mientras que el espesor de la pared es  $L$  y su conductividad térmica es  $k$ . Si la temperatura de la pared exterior es  $T_l > T_f$ , obtener una expresión para el tiempo requerido para fundir completamente el hielo. ( $h_{sl}$  : calor latente de fusión).

**Problema 2:** Un recipiente cerrado lleno con café caliente (conocido vulgarmente como "termo") está en una habitación en la cual el aire y las paredes se encuentran a una temperatura fija. Identificar todos los procesos de transferencia de energía térmica que contribuyen a que el café se enfríe. Discutir aspectos que contribuyen a un mejor diseño del recipiente.

**Problema 3:** (PC) Para el ejemplo de la barra conductora dado en clase, integrar numéricamente la ecuación obtenida para los siguientes casos:

a.-  $I(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ 1 & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$

b.-  $I(t) = t$

c.-  $I(t) = \text{sen}(t)$

El material del cable es cobre ( $\epsilon = 0,8$ ,  $R = 0,4\Omega/m$ ), el diámetro del conductor es  $D = 1 \text{ mm}$ , mientras que el aire alrededor del mismo se encuentra a una temperatura de  $T_\infty = T_{MA} = 300 \text{ K}$ , y el coeficiente de convección es  $h = 100 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Recordar que la constante de Stefan-Boltzmann vale  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ .

Se propone resolver la ecuación diferencial por el método de Euler o Runge Kutta y además utilizando algún software adecuado.

**Problema 4:** (PC) Una pared de hormigón, que tiene un área superficial de  $20 \text{ m}^2$  y un espesor de  $0,30 \text{ m}$ , separa el aire de una habitación acondicionada del aire ambiente. La temperatura de la superficie interna de la pared se mantiene a  $25^\circ\text{C}$ , y la conductividad térmica del hormigón es  $1 \text{ W/m.K}$ .

a.- Determine la pérdida de calor a través de la pared para temperaturas ambientes en un rango de  $-15^\circ\text{C}$  a  $38^\circ\text{C}$ . Represente los resultados gráficamente.

b.- En el gráfico, muestre también la pérdida de calor como función de la temperatura ambiente para materiales de la pared con conductividades térmicas de  $0,75$  y  $1,25 \text{ W/m.K}$ . Explique la familia de curvas obtenida.

**Problema 5:** Una tubería de acero que tiene un diámetro interior de  $0,742 \text{ inch}$  y un espesor de pared de  $0,154 \text{ inch}$  se somete a temperaturas interna y externa de  $200^\circ\text{F}$  y  $160^\circ\text{F}$  respectivamente. Encontrar el flujo de calor por pie de longitud de tubería y también los flujos de calor por unidad de área interior y exterior. Considerar la conductividad térmica del material  $k = 24,8 \text{ Btu/hr pie}^\circ\text{F}$ .

**Problema 6:** Considere un medio de transferencia de calor en forma de cilindro hueco que tiene radios interno y externo  $r_i$  y  $r_o$ , con las correspondientes temperaturas superficiales  $T_i$  y  $T_o$ . Si la variación de la conductividad térmica en dicho medio puede describirse como una función lineal de la temperatura,

$$k = k_0(1 + \beta T)$$

hallar una expresión para calcular el flujo de calor en estado estacionario y en la dirección radial.

**Problema 7:** El coeficiente de transferencia de calor por convección natural en una placa delgada caliente suspendida en el aire puede ser determinado por observaciones de la variación en la temperatura de la placa con el tiempo mientras se enfría. Suponiendo que ésta es isotérmica y que la transferencia de calor por radiación

con su entorno es despreciable, evaluar el coeficiente de convección en el instante de tiempo en que la temperatura de la placa es de  $225^{\circ}\text{C}$  y la variación de temperatura con el tiempo es  $-0,022\text{K/s}$ . La temperatura ambiente es de  $25^{\circ}\text{C}$  y la placa mide  $0,3 \times 0,3\text{m}$ , con una masa de  $3,75\text{kg}$  y un calor específico de  $2770\text{J/kg.K}$ .

**Problema 8:** Los gases calientes de combustión de un horno se separan del aire ambiental y sus alrededores, que están a  $25^{\circ}\text{C}$ , mediante una pared de ladrillos de  $0,15\text{m}$  de espesor. El ladrillo tiene una conductividad térmica de  $1,2\text{W/m.K}$  y una emisividad superficial de  $0,8$ . Se mide una temperatura de la superficie externa de  $100^{\circ}\text{C}$  en condiciones de estado estacionario. La transferencia de calor por convección libre al aire contiguo a la superficie se caracteriza por un coeficiente de convección de  $20\text{W/m}^2.\text{K}$ . ¿Cuál es la temperatura de la superficie interior del ladrillo?

**Problema 9:** En un recipiente cilíndrico de pared delgada se almacenan residuos radiactivos. Estos residuos generan energía térmica de forma no uniforme, de acuerdo con la expresión

$$\dot{q} = \dot{q}_0 \left[ 1 - \left( \frac{r}{r_0} \right)^2 \right]$$

Donde  $\dot{q}$  es el flujo local de energía generada por unidad de volumen,  $\dot{q}_0$  es constante, y  $r_0$  es el radio del contenedor. Se mantienen condiciones de estado estacionario sumergiendo el recipiente en un líquido que se halla a  $T_{\infty}$  y proporciona un coeficiente de transferencia de calor por convección uniforme  $h$ . Obtener una expresión para el flujo total de generación de energía por unidad de longitud del recipiente. Utilizar este resultado para obtener una expresión para la temperatura de la pared del contenedor,  $T_s$ .

**Problema 10:** Un recipiente esférico de acero inoxidable (AISI 302) de radio interior  $r_i$  y radio exterior  $r_0$  se usa para almacenar reactivos químicos que generan un flujo uniforme de calor por unidad de área  $q_i''$  hacia su superficie interna. El recipiente se sumerge repentinamente en un baño líquido a temperatura  $T_{\infty} < T_i$  donde  $T_i$  es la temperatura inicial de la pared del recipiente.

Suponiendo gradientes despreciables de temperatura en la pared del recipiente y un flujo constante  $q_i''$ , desarrollar una ecuación que describa la variación de la temperatura en la pared con el tiempo durante la etapa transitoria.

- ¿Cuál es la velocidad inicial de cambio de temperatura en la pared si  $q_i'' = 10^5\text{W/m}^2$ ?
- ¿Cuál es la temperatura de estado estacionario de la pared?
- El coeficiente de convección depende de la velocidad de flujo del fluido por fuera del recipiente y de si la temperatura de pared es o no lo suficientemente elevada como para generar ebullición en el líquido. Calcular y graficar las temperaturas de estado estacionario como función de  $h$  para un rango de  $100 \leq h \leq 10000\text{W/m}^2.\text{K}$  ¿Existe un valor de  $h$  por debajo del cual la operación se torna inaceptable?

Datos:  $T_i = 500\text{K}$ ,  $T_{\infty} = 300\text{K}$ ,  $r_i = 0,5\text{m}$ ,  $r_0 = 0,6\text{m}$