

Problemas variados

1- La conductividad térmica de una pared plana de espesor $L=0.5\text{m}$ varía con la temperatura según la ley $k(T) = k_0 \cdot T$, siendo k_0 una constante de valor $3 \text{ W/m}^\circ\text{K}^2$. Si por la cara izquierda de la pared penetra un flujo térmico específico $\varphi_1 = 100 \text{ W/m}^2$ mientras que la cara derecha se encuentra a la temperatura fija $T_2 = 30^\circ\text{C}$, calcula:

a) La temperatura de la cara izquierda T_1 y el flujo específico φ_2 de calor que sale por la cara derecha.

b) Si el flujo específico φ_2 calculado antes, se transmite por convección forzada hacia el exterior a la temperatura ambiente $T_a = 25^\circ\text{C}$, estimar cual sería la velocidad del aire que barre la cara derecha de la pared, si se asume como relación entre los números adimensionales $N_u = 0.55 \cdot R_e^{0.5} \text{Pr}^{0.3}$ y se toma como longitud característica la anchura de la pared.

Tómese para el aire los siguientes datos, conductividad térmica $k_a = 0.024 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, viscosidad cinemática $\nu_a = 2.1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, número de Prandtl. $\text{Pr} = 0.75$

2- Un recipiente cilíndrico de aluminio cuyo fondo tiene un espesor de 4mm , contiene agua la cual se lleva al punto de ebullición mediante un hornillo eléctrico sobre el que se coloca el recipiente.

a) ¿Que temperatura tendrá la cara del fondo del recipiente cilíndrico en contacto con el hornillo, si se están produciendo 300gr de vapor de agua por minuto?

b) Suponiendo que solo el 60% del calor suministrado por el hornillo se emplea en calentar el recipiente, cual es la potencia del hornillo?

3- Una barra cilíndrica de longitud L y radio R está formada por dos piezas de materiales distintos de longitud L_1 y L_2 con conductividades K_1 y K_2 . Aislado la superficie lateral de la barra, se alcanza el régimen estacionario cuando las temperaturas

de los extremos libres son T_1 y T_2 . Calcula la temperatura del punto de contacto entre las dos piezas de la barra.

4- Aplicar el principio del análisis por bloques para formular la ley del enfriamiento (calentamiento) mediante radiación térmica en el espacio vacío donde puede suponerse que la temperatura absoluta es cero. Aplicar la expresión obtenida al cálculo del tiempo que tarda un cuerpo en reducir su temperatura a la mitad de la que tenía inicialmente. Comparar este tiempo con el que tardaría en las mismas condiciones pero mediante el mecanismo de la convección.

5- Aplicar el principio del análisis por bloques para estudiar el calentamiento de un filamento metálico en forma de varilla cilíndrica de longitud L y radio R desde la temperatura inicial T_a (igual a la del ambiente) hasta la temperatura de fusión del metal T_f , cuando es recorrido por una corriente eléctrica I . La evacuación del calor hacia el exterior es por convección con coeficiente h y los datos físicos de la varilla son densidad δ , calor específico C_p y resistividad eléctrica ρ .

6- A través de un tubo de acero de 60mm de diámetro interior y 75mm de diámetro exterior, fluye vapor a una temperatura de 250°C . el coeficiente de convección entre el vapor y la superficie interna del tubo es de $500\text{W}/\text{m}^2\text{K}$, mientras que la superficie externa del tubo y los alrededores es $25\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. La emisividad del tubo es 0.8, y la temperatura del aire y los alrededores es 20°C . Cual es la pérdida de calor por unidad de longitud de tubo? La conductividad térmica del material es, $k = 56,5\text{ W}/\text{m}^\circ\text{C}$.

7- El techo de una casa consta de una losa de concreto de $t = 0,8$ ft (pies) de espesor ($k = 1,1\text{ Btu}/\text{h}\cdot\text{ft}\cdot^\circ\text{F}$) que tiene $H = 25$ ft de ancho y $L = 35$ ft de largo. La emisividad de la superficie exterior del techo es $\varepsilon = 0,8$ y se estima que el coeficiente de transferencia de calor por convección es $h = 3,2\text{ Btu}/\text{h}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F}$. En una noche clara de invierno se informa que el aire ambiental está a $T_f = 50^\circ\text{F}$, en tanto que la temperatura del cielo nocturno

para la transferencia de calor por radiación es $T_{alrd} = 310 \text{ }^\circ\text{R}$. Si la temperatura de la superficie interior del techo es $T_1 = 62^\circ\text{F}$, determine:

- a. La temperatura de su superficie exterior.
- b. La pérdida de calor a través del mismo cuando se alcanzan las condiciones estacionarias de operación.

8- Una pared plana de espesor L y conductividad k , tiene su lado izquierdo aislado mientras que el derecho se mantiene a la temperatura T_2 . La pared tiene fuentes repartidas uniformemente y constantes. Encontrar el perfil de temperaturas con x , la temperatura máxima de la pared y el flujo que escapa por el lado derecho. Supongase ahora que la pared derecha convecciona con el exterior a la temperatura T_a . Calcular de nuevo el perfil de temperaturas en la pared y el máximo.

9- Considere un alambre largo usado como resistencia con radio $r_1 = 0,3 \text{ cm}$ y conductividad térmica $k_{\text{alambre}} = 18 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ en el cual se genera calor de manera uniforme a una razón constante de $q_0 = 1,5 \text{ W/cm}^3$, como resultado del calentamiento por resistencia. El alambre está recubierto con una capa gruesa de plástico de $0,4 \text{ cm}$ de espesor, cuya conductividad térmica es $k_{\text{plastico}} = 1,8 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$. La superficie exterior de la cubierta de plástico pierde calor por convección hacia el aire ambiente que está a $T_f = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, con un coeficiente combinado promedio de transferencia de calor de $h = 14 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Al suponer una transferencia unidimensional de calor, determine en condiciones estacionarias:

- a. La temperatura en el centro del alambre.
- b. La temperatura en la inter-fase alambre – capa de plástico.
- c. La temperatura superficial del plástico

10- Una placa plana cuyo espesor es 10 cm . genera calor a razón de 30000 W/m^3 , cuando se hace pasar una corriente eléctrica a través de ella, una de las caras de la pared

está aislada y la otra está expuesta al aire con temperatura de 25°C. Si el coeficiente convectivo de transferencia de calor entre el aire y la superficie de la placa es $h = 50 \text{ W/m}^2\text{K}$ y la conductividad térmica del material $K=3 \text{ W/m K}$, determine:

- a) El perfil de temperatura en función de la distancia x .
- b) La temperatura máxima de la pared.

11- Dos Grandes placas de acero a 90°C y 70°C están separadas por una barra de acero de 0.3 m de largo y 2.5 cm de diámetro. La barra esta soldada en cada placa. El espacio entre las placas se rellena de aislante que también aísla la circunferencia de la varilla. Debido al diferencial de voltaje entre ambas, fluye corriente a través de la barra, y se disipa energía eléctrica a razón de 12 W. Calcule:

- a. La temperatura máxima en la barra y la razón de flujo de calor en cada extremo.
- b. Verifique los resultados comparando la razón neta del flujo de calor en ambos extremos con la razón total de generación de calor.

Dato: Conductividad del acero $K_{\text{acero}}=14.4 \text{ W/m}^\circ\text{C}$.

12- Considere un muro blindado para un reactor nuclear. El muro recibe un flujo de rayos gamma de modo que dentro del muro se genera calor de acuerdo con la relación: $q = q_0 \exp(-ax)$, donde q_0 es la generación de calor en la cara interna del muro expuesto al flujo de rayos gamma y (a) , es una constante. Utilizando esta relación para la generación de calor, obténgase una expresión para la distribución de temperatura en una pared de espesor (L) , donde las temperaturas interior y exterior se mantienen a T_i y T_o respectivamente. Obténgase también una expresión para la temperatura máxima de la pared. Y el flujo de calor en la superficie.

13- Un reactor nuclear de altas temperaturas enfriado por gas consiste en una pared cilíndrica compuesta, en la cual un elemento de combustible de torio ($k=57 \text{ W/m.K}$), se encapsula en grafito ($k= 3 \text{ W/m.K}$) y para la cual fluye helio gaseoso por un canal

anular de enfriamiento. Considere condiciones para las que la temperatura del helio es $T_f = 600 \text{ K}$ y el coeficiente de convección en la superficie externa del grafito es $h = 2000 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Si se genera energía térmica de manera uniforme en el elemento de combustible a una rapidez $q_0 = 108 \text{ W/m}^3$. Cuáles son las temperaturas T_1 y T_2 en las superficies interna y externa respectivamente del elemento de combustible ?. Supóngase que la pared interior del torio esta aislada.

