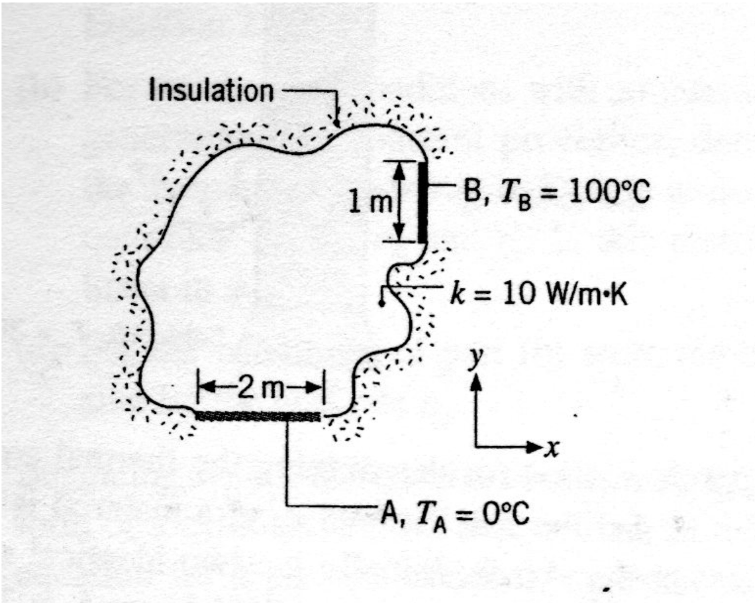
TRABAJO PRÁCTICO N°2

Ejercicio 1: Derive la ecuación de conducción y la ecuación de difusión en coordenadas cilíndricas, planteando el principio de conservación de la energía considerando como volumen de control a un elemento de volumen en coordenadas cilíndricas.

Ejercicio 2: Derive la ecuación de conducción y la ecuación de difusión en coordenadas esféricas, planteando el principio de conservación de la energía considerando como volumen de control a un elemento de volumen en coordenadas esféricas.

Ejercicio 3: En el cuerpo bidimensional de la figura, el gradiente de temperaturas en la superficie A vale $\frac{\partial T}{\partial y} = 30K/m$, $\frac{\partial T}{\partial x} = 0K/m$ Cuánto vale el gradiente de temperaturas en la superficie B?



Ejercicio 4: Un recipiente esférico de radio interior r_1 y radio exterior r contiene componentes que disipan calor. En un instante de tiempo particular, la distribución de temperaturas en la pared del recipiente es de la forma:

$$T(r) = \frac{C_1}{r} + C_2$$

Esta distribución de temperaturas, corresponde a una condición de estado estacionario o transitorio? Cómo varía el flujo de calor con el radio?

Ejercicio 5: Un recipiente esférico de radio interior r_1 y radio exterior r_2 tiene temperaturas superficiales T_1 y T_2, respectivamente, donde $T_1 > T_2$. Graficar la distribución de temperaturas $T = f(r)$,suponiendo conducción unidimensional en estado estacionario con propiedades constantes. Justificar la curva obtenida.

Ejercicio 6: La pared de una habitación para conservación en frío está construída con una capa interna de pino de $12{,}7\,mm$ de espesor, una placa intermedia de corcho de $101{,}6\,mm$, y una capa externa de hormigón de $76{,}2\,mm$ de espesor. La temperatura superficial de la pared es de $255{,}4\,K$ dentro de la habitación refrigerada, y de $297{,}1\,K$ en la superficie externa del hormigón. Calcular la pérdida de calor por unidad de área y la temperatura interfacial entre la madera y la placa de corcho.
Datos: $k_{corcho} = 0{,}0433\,W/mK$, $k_{pino} = 0{,}151\,W/mK$, $k_{hormigon} = 0{,}762\,W/mK$.

Ejercicio 7: Se ha propuesto el diseño de un horno autolimpiante que utiliza una ventana compuesta, separando la cavidad del horno del aire ambiente. La ventana consistirá en dos plásticos resistentes a altas temperaturas (A y B) de espesores $L_A = 2L_B$ y conductividades térmicas $k_A = 0{,}15W/mK$ y $k_B = 0{,}08W/mK$. Durante el proceso de auto limpieza, las temperaturas de la pared del horno y del aire, T_s y T_a son de 400 ºC, mientras que la temperatura del aire de la habitación T_∞ es 25^oC. Los coeficientes de convección h_i y radiación h_r internos, así como el coeficiente de convección h_0 son cada uno de aproximadamente $25W/m^2K$. Por razones de seguridad, la superficie exterior de la ventana no debe exceder una temperatura de $50C$. Cuál es el mínimo espesor de ventana necesario $L_A + L_B$ para que dicha temperatura no sea superada?

Ejercicio 8: Por un caño de acero circula vapor saturado a 267^oF. El caño tiene un diámetro interno de $0{,}824\,in$ y externo de $1{,}050\,in$, y cuenta con una aislación en el exterior de $1{,}5\,in$ de espesor. El coeficiente de convección para la superficie interna, que se encuentra en contacto con el vapor, se estima en $h_i = 1000\,btu/h\,ft^{2o}F$, mientras que para el revestimiento externo se considera $h_0 = 2\,btu/h\,ft^{2o}F$. La conductividad térmica media del metal es de $k_m = 26\,btu/h\,ft\,^oF$, y la de la aislación $k_a = 0{,}037\,btu/h\,ft\,^oF$.

- Calcular la pérdida de calor por pie de longitud de caño si el aire externo se encuentra a $80\,^oF$.
- Repetir el cálculo utilizando el coeficiente global de transferencia U_i basado en el área interna A_i.

Ejercicio 9: Una pared plana está compuesta de dos materiales, A y B. Dentro de la pared de material A se genera calor uniformemente con una potencia de $1{,}5\ 10^6\ W/m^3$, $k_A = 75\,W/mK$, y espesor $L_A = 50\,mm$. La pared de material B tiene $k_B = 150\,W/mK$ y espesor $L_B = 20\,mm$ y no hay generación de calor dentro de ella. La superficie interior de la pared de material A está aislada, mientras que la pared exterior de material B es refrigerada por aguaa $T_\infty = 30^oC$ y $h = 1000\,W/m^2K$.

a.- Graficar la distribución de temperaturas que existe en la pared compuesta en condiciones de estado estacionario.

b.- Determinar la temperatura de la pared de material A en contacto con el aislante y la temperatura de material B que es refrigerada por agua.

Ejercicio 10: Un caño de acero de diámetro exterior de $0{,}12\,m$ se aísla con una capa de silicato de calcio.

- Si la aislación tiene un espesor de $20mm$ y sus paredes interna y externa se mantienen a $T_{s,1} = 800K$ y $T_{s,2} = 490K$, respectivamente, cuál es la pérdida de calor por unidad de longitud del caño?
- Deseamos estudiar el efecto del espesor de la aislación en la pérdida de calor q' y en la temperatura de la superficie exterior T_{s2} con la temperatura de la superficie interna fija a $T_{s1} = 800\,K$. La superficie exterior se expone a una corriente de aire ($T_\infty = 25\,^oC$), con $h = 25\,W/m^2K$ y al medioambiente con $T_{amb} = T_\infty = 25\,^oC$. La emisividad del silicato de calcio es aprox. de $\varepsilon = 0{,}8$. Calcular y graficar la distribución de temperatura en la aislación como función del radio adimnsional, $\frac{r-r_1}{r_2-r_1}$, $r_1 = 0{,}06\,m$, $0{,}06 < r_2 \leq 0{,}20\,m$. Calcular y graficar la pérdida de calor como una función del espesor de la aislación para $0 \leq (r_2 - r_1) \leq 0{,}14\,m$.

Ejercicio 11: La pared compuesta de un horno está constituida por tres materiales, dos de los cuales tienen conductividades térmicas conocidas $k_a = 20\,W/mK$ y $k_c = 50\,W/mK$, y espesores conocidos $L_A = 0,30\,m$ y $L_C = 0{,}15\,m$. El tercer material, B, que se encuentra entre A y C, tiene espesor conocido $L_B = 0{,}15\,m$ pero conductividad térmica desconocida k_B.

Bajo condiciones de operación de estado estacionario, las mediciones revelan una temperatura de la superficie externa $T_{s,0} = 20\,C$, temperatura de la superficie interna $T_{s,i} = 600\,C$, y la temperatura del aire del horno de $T_\infty = 800\,C$. El coeficiente interno de convección h es conocido y vale $25\,W/m^2K$. ¿Cuál es el valor de k_B?

Ejercicio 12: Techos metálicos

En la actualidad, es común encontrar edificaciones cuyos techos son estructuras laminares metálicas, la mayoría hecha de aleaciones de aluminio. Consideremos uno de esos techos fabricado con una placa de aluminio de 4 mm de espesor que está montado en posición horizontal y cuya superficie inferior está bien aislada. La placa se recubre con una fina película que absorbe el 80 % de la radiación incidente y que tiene una emisividad de 0,25. La densidad del aluminio es $2700 kg/m^3$ y su calor específico $900 J/kg.K$.

a.- Considere condiciones en las cuales la placa se encuentra a $25\,^oC$ y la superficie superior se expone repentinamente al aire cuya temperatura es de $20\,^oC$. La radiación solar provee un flujo de calor incidente de $900 W/m^2$. El coeficiente de transferencia de calor por convección es $h = 20 W/m^2.K$. Deducir una expresión para estimar la temperatura de la placa en función del tiempo.

b.- ¿Cuál es la velocidad de cambio de la temperatura en el instante inicial?

c.- ¿Cuál será la temperatura de equilibrio en la placa cuando se alcancen las condiciones de estado estacionario?

Ejercicio 13: Un chip delgado de silicona y un substrato de aluminio de $8 mm$ de espesor se encuentran unidos mediante una junta de un material epoxy de $0{,}02 mm$ de espesor. Sus superficies expuestas se enfrían con aire a $25\,^oC$, con un coeficiente de convección $h = 100 W/m^2.K$. Bajo condiciones normales, el chip disipa $10^4 W/m^2$. Averiguar si en estas condiciones el chip opera por debajo de la máxima temperatura permitida, $85\,^oC$.

Indicaciones:

a.- Plantear el circuito térmico equivalente.

b.- Puede despreciarse la resistencia térmica en el chip (suponerlo isotérmico). Considerar transferencia unidimensional.

c.- Los datos para la resistencia térmica de contaco (silicona-epoxy) se encuentran tabulados.

d.- $k_{Al} = 238 W/m.K$

Tabla 1 - Resistencia térmica de interfaces sólido/sólido representativas

Interfaz	$R''_{t,c} \times 10^4$ (m² · K/W)
Chip de silicio/aluminio recubierto en aire (27–500 kN/m²)	0.3–0.6
Aluminio/aluminio con relleno de hoja de indio (~100 kN/m²)	~0.07
Acero inoxidable/acero inoxidable con relleno de hoja de indio (~3500 kN/m²)	~0.04
Aluminio/aluminio con recubrimiento metálico (Pb)	0.01–0.1
Aluminio/aluminio con grasa Dow Corning 340 (~100 kN/m²)	~0.07
Acero inoxidable/acero inoxidable con grasa Dow Corning 340 (~3500 kN/m2)	~0.04
Chip de silicio/aluminio con resina epóxica de 0.02 mm	0.2–0.9
Bronce/bronce con soldadura de estaño de 15μm	0.025–0.14

Ejercicio 14: En un instante determinado, la distribución de temperatura dentro de un cuerpo infinito homogéneo está dada por la función:

$$T(x,y,z) = x^2 - 2y^2 + z^2 - xy + 2yz$$

Suponiendo que no hay generación interna de calor y que las propiedades son constantes, determine las regiones del cuerpo en donde hay almacenamiento de energía.

Ejercicio 15: La distribución de temperatura de estado estacionario en una pared unidimesional de conductividad térmica k y espesor L es

$$T = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

Obtenga expresiones para el flujo de calor generado en la pared por unidad de volumen y la densidad de flujo de calor en las dos caras de la pared. ($x = 0, x = L$).